VISUELLE SUCHE IN KOMPLEXEN SZENEN

Ein experimenteller und theoretischer Beitrag zur Bildverarbeitung

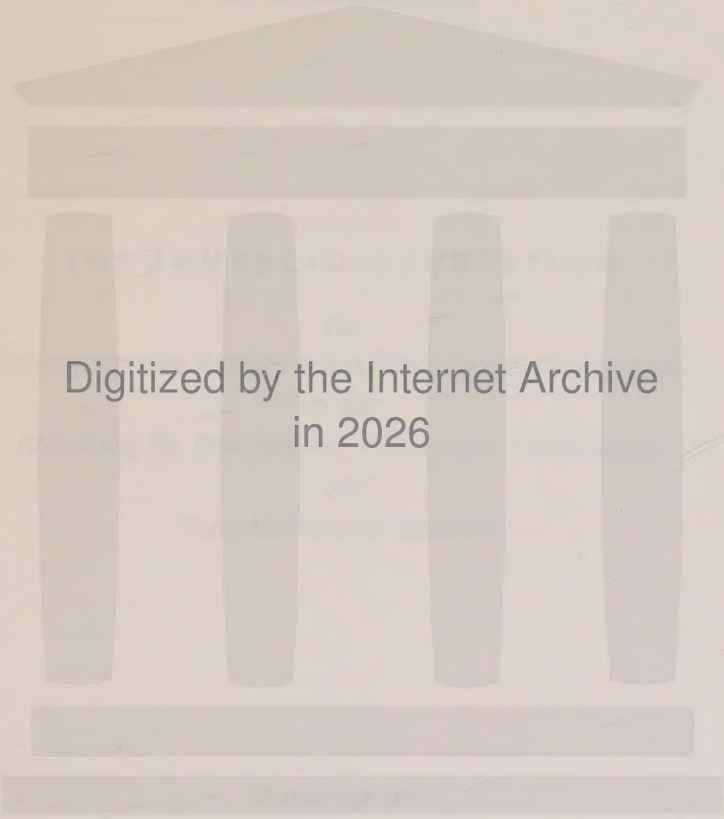
INAUGURAL-DISSERTATION

zur
Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie
in der
Abteilung für Philosophie, Pädagogik, Psychologie
der
Ruhr-Universität Bochum

vorgelegt von

GERHARD REINERT

Bochum 1982



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549228_0001

VISUELLE SUCHE IN KOMPLEXEN SZENEN

Ein experimenteller und theoretischer Beitrag zur Bildverarbeitung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur
Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie
in der
Abteilung für Philosophie, Pädagogik, Psychologie
der
Ruhr-Universität Bochum

vorgelegt von

GERHARD REINERT

Bochum 1982

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät der Abteilung für Philosophie, Pädagogik, Psychologie der Ruhr-Universität Bochum

Referent: Priv.-Doz. Dr. Thomas Schulz
Korreferent: Prof. Dr. Juan Delius

Tag der mündlichen Prüfung: 25.6., 1.7. und 2.7.1982

UNIV. LEIDEN BIBL.

VORWORT

Allen, die mir beim Zustandekommen dieser Arbeit geholfen haben möchte ich herzlich danken: Herr Prof. Dr. Graefe hat in geduldiger und wohlwollender Weise die Entwicklung meiner Arbeit unterstützt. In seinem und später in dem von Herrn PD Dr. Schulz geleiteten Kolloquium hatte ich mehrfach die Möglichkeit, über laufende theoretische und experimentelle Untersuchungen zu diskutieren. Für vielfältige Anregungen danke ich besonders Herrn Dr. Neumann, Dr. Matthäus, Dr. Stoffer, Dr. Lison, Dr. Stränger, Frau Dr. Scheerer-Neumann, Prof. Dr. Scheerer, Dr. Wolff, Dipl.-Psych. Kautz und Dipl.-Psych. Müsseler.

Frau Rohmeder-Schmitz war an vielen Phasen der Arbeit (Anfertigung graphischer Darstellungen sowie versuchstechnische Betreuung von Experimenten) mit großer Ausdauer beteiligt. Herr Fotomeister Günter Keim besorgte die Herstellung des Versuchsmaterials. Herr Thomas Schinauer war in sehr vielfältiger Weise hilfreich tätig. Ohne die freiwillige Mitarbeit von annähernd 200 Versuchspersonen wäre diese Arbeit nicht zustande gekommen. Frau Schwarz hat ihre Freizeit zur sorgfältigen Herstellung der Reinschrift geopfert. Allen Genannten und vielen nicht Genannten möchte ich recht herzlich danken.

Teile von Experiment 1 wurden auf der 21. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Heidelberg, 8.-12. April 1979 vorgetragen. Erste theoretische Überlegungen sind beim 1. Bochumer Kolloquium, Altena, 31.10. - 2.11.1980 diskutiert worden.

Vorläufige Fassungen einiger Abschnitte der Arbeit sind als

Bericht Nr. 13/1980, 14/1980, 16/1981 und 20/1981, Psychologisches Institut der Ruhr-Universität Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, erschienen.

Bochum, im März 1982 G.R.

INHALT

Seite

I. EINLEITUNG 1

Visuelle Suche (1) - Suche in Bildern und realen Welten (7) - Komplexe Szenen (11) - Bildverarbeitung (12) - Zentrale Fragen der Untersuchung (14) - Aufbau der Arbeit (20)

II. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR VISUELLEN SUCHE IN KOMPLEXEN SZENEN 23

1. Experiment 1 25

A. Einleitung 25

B. Fragestellung und vorläufiges Modell 27

C. Experiment 36

D. Befunde 41

E. Diskussion 47

Widersprüche bei der Untersuchung der Organisationsvariablen (47) - Zur Umkehrung der Wirkung situativer Nähe in Abhängigkeit von der Reaktionskategorie (50) - Zur dreifachen Interaktion der Faktoren (56)

2. Experiment 2 59

A. Einleitung 59

B. Experiment 61

C. Befunde 61

D. Diskussion 69

Zur generell schnelleren Suche bei bildhafter im Vergleich zu begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes (70) - Unorganisiertheit der Suchszene wirkt sich bei begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes beeinträchtigender als bei bildhafter Vorgabe aus (72) - Zur Interaktion von situativer Nähe und Organisation bei begrifflicher,

nicht aber bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes (74) - Zur Interaktion von Organisation und Reaktionskategorie bei visueller nicht jedoch begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes (76) - Theorie der Verarbeitung physikalischer und semantischer Merkmale von O. Neumann (Exkurs) (79)

3. Experiment 3 und 4a 84

A. Einleitung und Fragestellung 84

B. Experiment 3 und 4a 92

C. Befunde 96

Experiment 3 (96) - Experiment 4a (100) - Qualitative Daten aus Vpn-Berichten für einzelne Versuchsbedingungen (102)

D. Diskussion 105

Zur generellen Suchzeitverzögerung durch einen situativ fernen Kontextgegenstand (105) - Zur Interaktion der Faktoren "situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" (124) - Zur Interaktion von situativer Ferne des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie (125) - Zur Suche nach einem situativ fernen Objekt: Unterschiede zwischen Experiment 3 und 4a (128) - Zur Annahme eines beeinträchtigenden Effektes situativer Ferne bei Vorhandensein des Suchobjektes: Eine Ergänzung (136)

4. Experiment 4b: Begrenzung des relevanten Suchfeldes 138

A. Einleitung 138

Begrenzung des Gesichtsfeldes und Größe des funktionalen visuellen Feldes (141) - Änderung der Selektionsreihenfolge von Informationsstichproben (144) - Suchfeldbegrenzung und Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche (146)

B. Experimente 4a und 4b 150

Experiment 4a (150) - Experiment 4b (158)

C. Ergebnisse 159

D. Diskussion 165

Einfluß der Suchfeldbegrenzung auf die Abbruchfähigkeit der Suche (166) - Suchfeldbegrenzung und Effekt der situativen Nähe (168) - Suchfeldbegrenzung und die Wirkung des fernen Kontextgegenstandes (171) - Einfluß der Suchfeldbegrenzung auf einzelne Versuchsbedingungen (177) - Zusammenfassende und abschließende Bemerkungen (181)

5. Experiment 4c: Schematische Vorinformation bei der Suche in komplexen Szenen 185

A. Einleitung 185

B. Experimente 190

C. Befunde 191

Experiment 4a (191) - Experiment 4c (193)

D. Diskussion 196

III. ZUSAMMENFASSENDE UND VERGLEICHENDE ANALYSEN 207

1. Einleitung und Zusammenfassung 209

2. Reaktionszeitverteilungen 213

3. Experimente 2 und Experiment 4a: Visuelle Suche in Szenen unterschiedlicher Dichte 222

A. Einleitung 222

Dichte der Kontextelemente und Größe des funktionalen visuellen Feldes (224) - Dichte des Feldes und die Dauer der Orientierungsphase (230) - Dichte und der Zusammenhang von ganzheitlicher Szenenrepräsentation und der Entnahme einzelner Informationsstichproben (232)

B. Experimente 234

C. Befunde und Diskussion 236

4. Fehleranalysen 251

5. Augenbewegungsuntersuchungen 258

IV. THEORIEN DER BILDVERARBEITUNG 273

1. Strukturelle Überlegungen: Formen der Repräsentation von Bildern 275

A. Analoge Repräsentationen 275

Repräsentation von Rändern (288)

B. Abstraktere Formen der Repräsentation: Schemata und Kategorien 301

Kontexteffekte und Kategorieeffekte (315)

C. Repräsentationsebenenmodelle 330

2. Dynamische Aspekte der Suche in komplexen Bildern 342

A. Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche: Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation 342

Experimentelle Untersuchungen zur Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation (344) - Die 'global-lokal'-Kontroverse (347) - Ontogenetische Aspekte globaler und lokaler Verarbeitung (Exkurs) (359)

B. Entnahme einzelner Informationsstichproben: Größe und qualitative Beschaffenheit 366

Größe der entnommenen Informationsstichproben (369) - Qualitative Beschaffenheit einzelner Informationsstichproben (373)

C. Abfolge und Programmierung einzelner Informationsstichproben 378

Programmierung einzelner Sakkaden (378) - Abfolge der Entnahme einzelner Informationsstichproben (386) - Ontogenese der Abfolge einzelner Informationsstichproben (391) - Pathologische Erscheinungen bei der Regulation von sakkadischen Augenbewegungen: Exkurs (399)

D. Integration einzelner Informationsstichproben 404

Integration als Einordnung in ein Bezugssystem (407)

E. Prozesse bei der Beendigung der Suche 413

V. ÜBERBLICK 420

VI. LITERATURVERZEICHNIS 425

VII. ANHANG 459

Teil I: Abbildungen, Tabellen und Zusatzanalysen 460

Teil II: Zusatzexperimente 481

A. Experiment 1(K): Kongruenzeffekte bei der Klassifikation situativer Nähe 481

Experiment (484) - Ergebnisse und Diskussion (485) - Semantische Kongruenzeffekte (489)

B. Experiment 4a(U) und 2(U): Gedächtnispsychologische Oberlegungen 492

I. EINLEITUNG

Visuelle Suche

Als experimentelle Aufgabe ist die visuelle Suche von U. Neisser (1963, 1967) eingeführt worden. Die Versuchsperson soll dabei das optische Reizmaterial hinsichtlich des Vorhandenseins eines vorher bestimmten Suchgegenstandes durchmustern; z.B. soll in einer Liste seriell angeordneter Buchstaben der Buchstabe "Z" aufgefunden werden, wobei die Liste von oben nach unten und von links nach rechts durchgesehen wird.

Nach Prinz & Rübenstrunk (1979)

"... liegt der besondere Reiz dieser Methode in dem relativ natürlichen Charakter der Aufgabe. Die Prozesse, die hier unter experimentellen Bedingungen manipuliert und gemessen werden, sind ganz offenkundig Suchprozesse von der gleichen Art, wie sie auch sonst im täglichen Leben vorkommen" (Prinz & Rübenstrunk 1979, S. 200).

Die Autoren heben in diesem Zusammenhang insbesondere hervor, daß beim visuellen Suchen die aktive Komponente der Wahrnehmungstätigkeit erhalten bleibt (vgl. auch Neisser 1976; Gibson 1979). Diese Wahrnehmungsaktivitäten bestehen bei der Betrachtung statischer Bildvorlagen im wesentlichen aus Kopf- und Augenbewegungen.

In den Ergebnissen des von Neisser eingeführten Suchexperimentes zeigt sich, daß die Suchzeit als lineare Funktion der Position des Suchgegenstandes in der Liste zunimmt. Man kann nun die Größe der Steigung der Suchzeitfunktion als Maß für die Dauer der Verarbeitungsprozesse ansehen, die für die Entscheidung benötigt werden, daß sich der Suchbuchstabe nicht in der jeweiligen Buchstabengruppe befindet. Dagegen wird der Schnittpunkt der Suchzeitfunktion mit der Ordinate als Maß für die Dauer der Prozesse vor Beginn der

eigentlichen Suche und nach Beendigung der eigentlichen Suche (z.B. motorische Programmierung der Reaktion) aufgefaßt.

Während sich bei seriell reihen- und zeilenweise angeordneten alphanumerischem oder bildhaftem Material die besagten Positionskurven bei vorgegebener Suchreihenfolge leicht - und mit dem entsprechenden Aussagewert für die einzelnen Verarbeitungsprozesse - auffinden lassen, verkompliziert sich die Situation, wenn man es der Versuchsperson selber überläßt, in welcher Abfolge sie die optische Anordnung durchmustert. Es ist zwar natürlich, daß man alphanumerisches Material von links nach rechts und von oben nach unten durchsucht -, wie dies ja auch beim Lesen geschieht - das gilt aber keineswegs für bildhaftes Material. Wie sich anhand von Augenbewegungsuntersuchungen leicht demonstrieren läßt, werden Bildszenen (z.B. Wohnraumszenen) *nicht* von links nach rechts und von oben nach unten betrachtet, sondern nach anderen Gesetzmäßigkeiten (Yarbus 1967).[1)]

Damit soll nicht bestritten werden, daß auch bildhaftes Material prinzipiell so angeordnet werden kann, daß eine links-rechts- und oben-unten-Suchstrategie möglich wird. Zu diesem Zwecke muß das Bildmaterial jedoch in mehrfacher Hinsicht präpariert werden:

Das Bildmaterial muß in einzelne Bildobjekte zerlegt werden; diese einzelnen Bildobjekte dürfen nicht mehr ihre Vielfalt an diskriminierenden Merkmalen enthalten (Farbe, Textur, Größe etc.), sondern müssen in äußerst schematisierter Form (möglichst als Umrißzeichnung) dargestellt sein; diese so entstandenen Bildzeichen müssen zeilen- und reihenweise aneinandergefügt werden. Alle diese "Vorsichtsmaßregeln" sind

---

[1)] *Ein Sachverhalt, der plausibel wird, wenn man sich vergegenwärtigt, wie man z.B. nach einem Schlüssel in seiner Wohnung sucht. Es wäre völlig unökonomisch, die Suche links oben an der Zimmerdecke zu beginnen und rechts unten auf dem Fußboden zu beenden.*

notwendig, um exakte Positionskurven ermitteln zu können. Schon wenn man die einzelnen Bildobjekte hinsichtlich von Farbe, Form und Größe variiert - also z.B. nach einem "roten, kleinen Quadrat" innerhalb einer Anordnung von Quadraten, Kreisen und Dreiecken unterschiedlicher Größe und Farbe suchen läßt -, ist eine Positionskurvenbestimmung nicht möglich. Stattdessen werden zunächst alle roten Formen "fixiert", innerhalb der roten Formen alle kleinen und innerhalb der kleinen roten das Quadrat (Williams 1966).

Man kann vorläufig *vermuten*, daß diese Unterschiede zwischen alphanumerischem und bildhaftem Material bei der visuellen Suche u.a. mit der jeweils unterschiedlichen Wechselbeziehung zwischen fovealer und peripherer Verarbeitung zu tun haben.[1)]

Man könnte nun aufgrund dieser Oberlegungen folgern, daß die methodischen Errungenschaften im Paradigma des visuellen Suchens für bildhaftes Material nicht nutzbar zu machen sind. Diese Folgerung ist, was die Erstellung *kontinuierlicher* Positionskurven betrifft, naheliegend.[2)] Es können jedoch auch bei der Suche in bildhaftem Material zwei Punkte auf der Positionskurve näherungsweise bestimmt werden: Ist

---

[1)] *Zwei Befunde stützen diese Vermutung: Scheerer (1978b) hat bei der Suche im Buchstabenkontext selbst nach Training nur eine relativ geringe Ausdehnung des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes gefunden; dagegen ist bei szenischem Bildmaterial der Einfluß peripherer Kontextinformation auf die Identifikationsleistung bekannt (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974; Antes, Penland & Metzger 1981). Wenn man bei der Suche in komplexen Szenen das Gesichtsfeld künstlich begrenzt, indem man die Versuchsperson auffordert, mit Hilfe eines kreisförmigen Sehfeldes die Szene zu durchmustern, so werden häufig systematische links-rechts-Strategien gewählt.*

[2)] *Sofern man nicht die Augenbewegungen (Fixationsort und Fixationsdauer) aufzeichnet. Unter der Annahme, daß jede Fixation einer Position entspricht, kann die Suchzeit als Funktion der Fixationen aufgetragen werden. Dieses Verfahren ist auch für die Analyse der Durchmusterung von alphanumerischem Material empfehlenswert, da Positionskurven nichts über die Verteilung der Fixationsdauer und Fixationshäufigkeit aussagen.*

der Suchgegenstand in der Suchszene vorhanden, so kann die Suche beendet werden, sobald er aufgefunden worden ist - das entspricht einer "frühen" Position in der Suchliste; ist der Suchgegenstand dagegen nicht vorhanden, so muß die gesamte Szene durchmustert werden - das entspricht einer "späten" Position in der Suchliste.

Da also die "Positionskurvenlogik" (Trennung der Prozesse beim Suchen, Vergleichen etc. von den Prozessen vor Suchbeginn und nach Suchende) für das vorliegende Thema nicht ohne weiteres genutzt werden kann, müssen andere Analysemethoden hinzukommen, z.B. Analyse von Augenbewegungen, Reaktionszeitverteilungen und Fehlern.

In den nachfolgenden experimentellen Untersuchungen ist auch von der "Sternberg-Analyse" Gebrauch gemacht worden,[1)] mit dem Bemühen, nicht in die "Fallstricke" dieser speziellen Logik zu geraten. Aus der "Sternberg-Analyse" wird der mehrfaktorielle varianzanalytische Versuchsplan übernommen, nicht jedoch die gesamte Logik der theoretischen Dateninterpretation. Diese Logik besteht darin, daß überprüft wird, ob sich mehrere experimentelle Variablen additiv oder interaktiv zueinander verhalten. Aus der additiven Wirkung wird geschlossen, daß sich die Faktoren auf die gleiche Verarbeitungsstufe auswirken und aus der interaktiven Wirkung wird auf unterschiedliche Verarbeitungsstufen geschlossen.

---

1) Die für die nachfolgenden Untersuchungen wichtigste abhängige Variable ist die Reaktionszeit (Dauer von Suchbeginn bis zur Tastendruckreaktion "Suchgegenstand vorhanden" bzw. "Suchgegenstand nicht vorhanden"). Der Reaktionszeitmessung liegt die Annahme zugrunde, daß geistige Prozesse wie "diskriminieren, wählen, vergleichen und entscheiden" Zeit benötigen, daß diese Zeit gemessen werden kann und aus der gemessenen Zeit wiederum Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der geistigen Prozesse gezogen werden können (Donders 1868).

Z.B. kann untersucht werden, ob die Variablen "räumlich organisierte/unorganisierte Suchszene" und "Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Suchszene" additiv oder interaktiv hinsichtlich der Suchzeiten miteinander in Beziehung stehen. Bei additiver Relation - z.B. wenn räumlich unorganisierte Suchszenen die Suchzeiten bei Vorhandensein des Suchgegenstandes um den gleichen Betrag erhöhen wie bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes - würde man nach der "Sternberg-Logik" schließen, daß die beiden experimentellen Variablen getrennte Verarbeitungsstufen betreffen. Im angegebenen Beispiel könnte das bedeuten, daß eine der Suche vorausgehende Verarbeitung der Gesamtszene durch die räumliche Unorganisiertheit um einen konstanten Betrag verzögert wird.

Daß additiv wirkende Faktoren auf getrennten Verarbeitungsstufen lokalisiert werden, ist von Prinz (1972) aus logischen Gründen verworfen worden: Eine additive Wirkung kann auch dann zustandekommen, wenn die Faktoren auf der gleichen Verarbeitungsstufe lokalisiert sind. Auch der umgekehrte Schluß - von interagierenden Faktoren auf gemeinsame Verarbeitungsstufen zu schließen - ist mit Vorsicht zu handhaben, denn Interaktionen können im einzelnen sehr unterschiedliche Ursachen besitzen, die ohne eine theoriegeleitete Funktionsanalyse nicht interpretierbar sind.[1)]

Aus all diesen methodischen Überlegungen wird dem Leser vielleicht bereits deutlich geworden sein, daß die visuelle Suche im folgenden nicht primär als experimentelles Paradigma, sondern als Aufgabe, vor die die Versuchsperson gestellt ist, gehandhabt werden soll.

[1)] *Hierbei muß insbesondere berücksichtigt werden, ob die Annahme voneinander unabhängiger, seriell aneinandergereihter Verarbeitungsstufen gerechtfertigt ist und ob sich die Faktoren jeweils nur auf eine oder aber mehrere Verarbeitungsstufen auswirken können (Taylor 1976).*
Ein Vergleich der Methode der additiven Faktoren mit der Subtraktionsmethode findet sich bei R. Sternberg (1977).

Die visuelle Suche wird als standardisiertes Experiment in den empirischen Untersuchungen nach folgendem einheitlichen Schema durchgeführt:

Vor jedem Suchdurchgang bekommt die Versuchsperson den Suchgegenstand entweder visuell oder verbal dargeboten. Sobald die Suchszene als Dia projiziert wird, soll der Suchgegenstand so schnell als möglich aufgefunden werden (unter Vermeidung von Fehlern), und das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene soll mit der entsprechenden Tastendruckreaktion angezeigt werden. Dabei bleibt die Suchszene solange projiziert, bis die Tastendruckreaktion erfolgt.[1)]

Die einzelnen Experimente (Experiment 1 bis 4c) unterscheiden sich dadurch, daß die Beschaffenheit der Suchszene und der Suchobjekte entsprechend theoretisch bedeutsamer Fragestellungen variiert werden. Zu den experimentellen Variablen gehören z.B. der Grad der räumlichen Organisation der Szene, Größe des Suchfeldes, Komplexität der Szene (Dichte der Objekte), inhaltliche Zugehörigkeit des Suchgegenstandes zur Szene (situative Nähe bzw. Ferne von Suchgegenständen).

In das hier vorgeschlagene standardisierte Suchexperiment gehen eine ganze Reihe bislang unhinterfragter Grundbedingungen ein, die im folgenden näher analysiert werden sollen. Diese unhinterfragten Versuchsbedingungen verlieren

---

[1)] Oft werden auch andere Versuchsabläufe dem visuellen Suchen zugerechnet, z.B. das Suchen in einer Sequenz rapide und kurzzeitig dargebotener Bilder (Potter 1975, 1976). Wird die Expositionsreihenfolge umgekehrt, so daß zuerst das Suchbild und dann die Positions- oder die Identitätsinformation des Suchgegenstandes dargeboten werden, so verändert sich das visuelle Suchexperiment in ein Gedächtnisexperiment (Schulz 1981; Scheerer 1970).

ihre Selbstverständlichkeit, wenn man das hier vorgeschlagene visuelle Suchexperiment mit der Suche in der realen Welt vergleicht.

Die Verdienste Gibsons und anderer ökologisch orientierter Forscher können im wesentlichen darin gesehen werden, zum Hinterfragen dieser Grundbedingungen menschlicher Wahrnehmungstätigkeit beigetragen zu haben (Gibson 1979; Ittelson 1973).[1)]

Suche in Bildern und realen Welten

Das oben beschriebene standardisierte Suchexperiment läßt sich dadurch kennzeichnen, daß *plötzlich* eine visuelle Reizanordnung dargeboten wird, daß es sich bei dieser visuellen Reizanordnung um ein *Bild* handelt und daß dieses Bild einen bestimmten *Ausschnitt* der Realität "widergibt". Diese drei Unterschiede zwischen Laborsituation und Realität sollen im folgenden etwas genauer beschrieben werden.

Das plötzliche Auftreten einer szenischen Anordnung ist in der Realität üblicherweise kaum zu finden (es sei denn beim Erwachen aus einer Ohnmacht in neuen Räumlichkeiten). Gibson (1979) bezeichnet diese experimentelle Situation als "snapshot vision": der Wahrnehmungsvorgang wird als eine Sukzession von Momentaufnahmen aufgefaßt. Oblicherweise dagegen wird der Teil der Struktur, der bei Kopf- und Augenbewegungen aus dem Blickfeld gerät, durch ein neu hinzukom-

---

[1)] *Diese grundsätzlichen Erwägungen sind eher deskriptiver als theoretischer Art. Sie sind jedoch nützlich bei der Eingrenzung des primären Geltungsbereichs der Fragestellung. Eine Kritik der* theoretischen *Annahmen von Gibson findet sich bei Ullman (1980) und Fodor & Pylyshyn (1981). Diese Kritik ist von Turvey, Shaw, Reed & Mace (1981) erwidert worden.*

mendes Teil ergänzt. Der verdeckte und der unverdeckte Teil der Welt sind kontinuierlich miteinander verbunden.

Daß nur ein bestimmter, eng umgrenzter Ausschnitt für den Blick freigegeben wird, bezeichnet Gibson als "aperture vision": "... it is a little like looking at the environment through a knothole in a fence" (Gibson 1979, S. 1).

Die Blende der Öffnung kann natürlich unterschiedliche Weiten besitzen, sie ist jedoch im allgemeinen in der experimentellen Situation geringer als in der Realität. Der wichtigste Unterschied zwischen dem standardisierten Suchexperiment und der Suche in realen Umwelten liegt jedoch in der unterschiedlichen Qualität der Reizgrundlage. Wie läßt sich die Differenz zwischen *Bild und Realität* im Wahrnehmungsprozeß kennzeichnen?

Nach Gibsons Ansicht sollte die Analyse der Bildwahrnehmung am Schluß der Betrachtungen stehen, da sie erheblich komplizierter ist als die Wahrnehmung der realen Welt. Dagegen wird üblicherweise aufgrund von Gesichtspunkten der besseren Kontrollierbarkeit und Interpretierbarkeit der entgegengesetzte Standpunkt bezogen.

Ein Bild ist für Gibson "... a surface that has been shaped or processed so as to exhibit information for more than just the surface itself ..." (Gibson 1979, S. 42). Dabei ist der Beobachtungspunkt fixiert. Ein Bild spezifiziert also auch immer noch etwas anderes, als nur Oberfläche zu sein.

Wäre das nicht der Fall, so handelte es sich nicht um ein Bild, sondern um ein Stück Leinwand, ein Holzbrett oder dgl. Es gibt keine Ähnlichkeit zwischen dem Bild und dem, was es darstellt. Ein Bild liefert einige Informationen für das, was es darstellt, steht aber nicht in projektiver Korrespondenz mit der Realität. Eine Szene kann nicht re-prä-

sentiert werden, lediglich einige ihrer Invarianten können erhalten werden. Selbst die technisch perfekteste Photographie kann aus der unbegrenzten Informationsfülle der Umwelt nur einen geringen Teil wiedergeben.

Ein Bild wird immer im Kontext anderer, nicht-bildhafter Oberflächen gesehen. "Along with the invariants for the depicted layout of surfaces there are invariants for the surface as such ... The glass, texture, edges or frame of the picture surface are given in the array and they are perceived. The information displayed is dual. It is both a scene and a surface ..." (Gibson 1978, S. 231).

Gibsons Auffassung darüber, was ein Bild ist, hat seit 1954 zu vier unterschiedlichen Definitionen geführt. Die letzte Version stammt von 1971.

1. Ein Bild ist eine Anordnung von Strahlenbündeln des Lichts, das in die Pupille des Auges hereinkommt, so daß eine Korrespondenz zwischen den ausstrahlenden Elementen der Bildoberfläche und dem Licht im Auge existiert.

2. "An array of nested visual solid angles at the station point determined by steps or contrasts of intensity and spectral composition of the ambient light" (Gibson 1978, S. 270). In dieser Definition wird auf die Relationen von Lichtintensitäten zueinander und auf die Einbettung kleinerer Einheiten in größere Einheiten Wert gelegt.

2. "An array considered as a stationary structure" (Gibson 1978, S. 271). Der Terminus "Struktur" schließt neben den einfachen Kontrasten ebenso Gradienten, Diskontinuitäten und Textur ein. Es gibt Relationen zwischen Relationen.

4. "An array of persisting invariants of structure that are nameless and formless" (Gibson 1978, S. 271). In dieser Definition wird angenommen, daß Invarianten nicht nur bei sich ständig ändernder Perspektive (ökologische Wahrnehmungssituation), sondern auch bei fester Perspektive (Bildwahrnehmung) erhoben werden können.[1)]

Nach Gibson (1979) können vier Arten von Invarianten aus der Reizanordnung extrahiert werden:

[1)] *Eine Kritik dieser Gedanken findet sich bei Topper (1979) und Arnheim (1979).*

1. Invarianten der optischen Struktur unter sich verändernder Beleuchtung. Die Beleuchtung kann hinsichtlich der Stärke, der Richtung und der spektralen Zusammensetzung schwanken. Entsprechend verändern sich einige Merkmale der optischen Anordnung. Invariant bleiben jedoch Intensitäts- und Farb*verhältnisse* zwischen Teilen der optischen Anordnung.

2. Invarianten der optischen Struktur bei verändertem Beobachtungspunkt. Die Hauptveränderungen, die hier entstehen, sind Formgewinn und Formverlust. Proportionen und Relationen liegen jedoch den Transformationen zugrunde, ebenso wie Extrapolationen, Interpolationen und Gradienten dem Formgewinn bzw. -verlust zugrunde liegen.

3. Invarianten der Stichproben. Während das Gesichtsfeld über die optische Anordnung wandert, finden kontinuierliche, sukzessive Oberlappungen der Informationsstichproben statt. Es gibt eine gemeinsame Struktur in diesen Informationsstichproben, die als Invariante bezeichnet wird.

4. Lokale Invarianten bei lokaler "Störung" der Struktur. Bewegliche Objekte, wie ein rollender Ball, verursachen diese "Störungen".

Von diesen vier Typen der Invarianten kann in Bildern im Gegensatz zur Realität lediglich der dritte Typ extrahiert werden.

Beispiele für Invarianten, die aus Bildern extrahiert werden können, sind Größengradienten und Texturgradienten; ebenso der Horizont, wo Größe und Textur gegen Null gehen.

Es sei noch einmal betont, daß diese grundsätzlichen Erwägungen zur Eingrenzung des Geltungsbereichs der Fragestellung nützlich sein mögen, jedoch wenig zur theoretischen Analyse der Bildwahrnehmung beitragen. Der theoretische Beitrag Gibsons soll weiter oben im Zusammenhang mit anderen Theorien der Bildverarbeitung (S. 273ff.) diskutiert werden.

Nachdem nun in den bisherigen Ausführungen Unterschiede zwischen Bild und Realität bzw. der Suche in alphanumeri-

schem und bildhaftem Material erörtert worden sind, muß noch genauer geklärt werden, wodurch sich *komplexe Szenen* im Vergleich zu anderem bildhaften Material kennzeichnen lassen.

Komplexe Szenen

Eine grobe Beschreibung würde lauten, daß komplexe Szenen nicht aus einem oder zwei Bildobjekten, sondern einer Vielzahl dieser Objekte bestehen. Wenn diese Beschreibung auch nicht falsch ist, so trifft sie doch nicht den wesentlichen Punkt. Entscheidend ist nicht nur die Anzahl der Objekte, sondern auch die Relationen der Gegenstände zueinander (z.B. Größenrelationen) und zum umgebenden Raum (z.B. Positionsrelationen). Eine Szene läßt sich nicht als Ansammlung einzelner Objekte verstehen.

Aber auch in dieser Beschreibung fehlt noch ein Wesensmerkmal von Bildszenen, nämlich die unterschiedlichen Hierarchieebenen innerhalb einer Szene (Wolff 1977; Gibson 1979; Neumann 1980). Kleinere Einheiten sind jeweils in größere eingebettet: Teile von Objekten sind in Objekte und diese wiederum in die Gesamtszene eingebettet. Noch deutlicher ist die Umkehrung dieser Betrachtungsweise: Die Gesamtszene besteht auf der nächst untergeordneten Hierarchieebene aus Einzelobjekten und die Einzelobjekte wiederum enthalten auf der nächst niedrigeren Ebene Objektteile (usw. bis zum Erreichen des kleinst möglichen Auflösungsniveaus).

Eine Szene läßt sich also durch mindestens drei hierarchisch geordnete Ebenen beschreiben: Gesamtszene (z.B. Wohnzimmer), Objekt innerhalb der Szene (z.B. Lampe) und Teil der Objekte (z.B. Lampenschirm).

Die in den experimentellen Untersuchungen dieser Arbeit ver-

wendeten Szenen sind komplex, in dem Sinne, daß sie eine Vielzahl von Einzelobjekten enthalten, nach denen gesucht werden kann; sie sind auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen geordnet und die Positionen der Einzelgegenstände innerhalb der Szene sind von Bedeutung.[1)]

Bildverarbeitung

Die experimentellen und theoretischen Untersuchungen dieser Arbeit sollen einen Beitrag zur Psychologie der Bildverarbeitung liefern. Mit dem Begriff "Verarbeitung" klingt die Tradition der visuellen Informationsverarbeitung mit an (Shannon & Weaver 1949, Attneave 1959; Haber & Hershenson 1973). Diese Anklänge haben insofern ihre Berechtigung, als an einigen Stellen dieser Arbeit auch auf die Computerprogramme zur Analyse von Bildern eingegangen werden soll.

Im übrigen wird mit dem Gebrauch des Begriffs "Verarbeitung" jedoch nicht die Verpflichtung übernommen, die Analyse *ausschließlich* auf die theoretischen Annahmen der Informationsverarbeitungstheorie (schon gar nicht in ihrer "linearen Version") zu stützen. Gestaltpsychologische, physiologische, genetische etc. Oberlegungen werden je nach Problemlage mit einbezogen.

Der Begriff "Verarbeitung" erscheint jedoch geeigneter als der Begriff "Wahrnehmung", weil er stärker auf den Prozeßcharakter der Vorgänge hinweist, ohne strukturelle Erwägungen auszuschließen.

[1)] *In verschiedenen experimentellen Bedingungen wird jedoch auch die Komplexität der Szenen (z.B. über die Anzahl der Einzelobjekte in der Szene) und die hierarchische Gliederung der Szenen (durch die Auflösung der räumlichen Struktur und die Zerlegung der Szenen in Einzelobjekte) variiert.*

Insgesamt aber ist die vorliegende Arbeit innerhalb der Kognitionspsychologie angesiedelt und hier wiederum stärker zur Wahrnehmungsseite als zum Gedächtnis und zum Denken hin.

Aus den vorangegangenen Oberlegungen (S. 2f., S. 10f.) wird bereits deutlich geworden sein, daß die Verarbeitungsprozesse bei der Aufgabe "visuelle Suche" nur verständlich werden können, wenn sie auf einer Theorie der Bildverarbeitung beruhen. Diese Theorie gibt es aber bislang noch nicht, sondern lediglich einzelne theoretische und experimentelle "Bruchstücke", die je nach Problemlage zusammengesetzt werden müssen. Einen wichtigen Beitrag kann in diesem Zusammenhang die von Scheerer (1978a) vorgeschlagene genetische Analyse leisten, die geeignet erscheint, die in der Funktions- und Strukturanalyse noch nicht beseitigte Modellvielfalt zu reduzieren.[1)]

Ebenso kann die Erprobung der gewonnenen Modellvorstellungen in der Praxis zur Eingrenzung möglicher Funktionsmechanismen führen. Ein geeignetes, wenn auch noch wenig untersuchtes Anwendungsfeld für die Grundlagenforschung zum visuellen Suchen in komplexen Szenen ist die Analyse der Wahrnehmungstätigkeit geistig behinderter Kinder (Wilton & Boersma 1974; Boersma & Muir 1975; Hillmer, Jämlich, Sauer & Thiele 1981). Hierbei können sich die differentialpsychologische und die genetische Analyse in günstiger Weise ergänzen. Speziell die Analyse von Augenbewegungen geistig behinderter Kinder können bei Variation des Bildmaterials und der (Such-)Instruktionen Aufschlüsse über die Verarbeitungsprozesse und deren Funktionsstörungen liefern.

[1)] *Eine umfangreiche Materialsammlung zur ontogenetischen Entwicklung der Wahrnehmungstätigkeiten (unter spezieller Berücksichtigung bildhaften Materials) liegt bei Vurpillot (1976) vor.*

Dieser Untersuchungsbereich muß jedoch zukünftiger Forschung vorbehalten bleiben und kann im Rahmen dieser Untersuchung nur an wenigen Stellen kurz angedeutet werden.

Zentrale Fragen der Untersuchung

Im folgenden sollen einige in den nachfolgenden Untersuchungen immer wiederkehrende Fragen aufgeführt werden. Diese Fragen können nicht allein durch die eigenen Experimente geklärt werden; es müssen die empirischen und theoretischen Forschungsergebnisse anderer Autoren mit hinzugezogen werden.

1. Läßt sich die visuelle Suche in qualitativ voneinander unterscheidbare *Abschnitte* gliedern? Ist es z.B. sinnvoll, zwischen den Verarbeitungsschritten vor Beginn der eigentlichen Suche (Orientierung oder dgl.), der Suche selber (Entnahme von Informationsstichproben, kontext- oder targetorientierter Verarbeitung der Informationsstichproben etc.) und den Vorgängen nach Beendigung der eigentlichen Suche (Reaktionsselektion, motorische Programmierung) zu unterscheiden?

Während für die Suche in alphanumerischem Material bereits recht detaillierte Analysen vorliegen (Prinz & Rübenstrunk 1979; Prinz 1977) und auch für unterschiedliche Typen der Materialanordnungen (z.B. kreisförmige Anordnung) ausgearbeitet worden sind (Egeth, Atkinson, Gilmore & Marcus 1973; Henderson & Chard 1978; Jonides & Gleitman 1976; Schneider 1981), liegen für den Bereich der Suche in komplexen Szenen bislang erst vereinzelte Ansätze vor (z.B. Biederman, Glass & Stacy 1973).

Die Frage nach qualitativ unterscheidbaren Abschnitten der Suche mündet unmittelbar in der weiter gefaßten Frage nach

zugrundeliegenden Verarbeitungsprozessen und den *Modellen*, mit denen diese Verarbeitungsprozesse erfaßt werden können (vgl. Frage 5).

2. Wie groß sind die Verarbeitungseinheiten bei der Suche in komplexen Szenen? Andere Autoren sprechen in diesem Zusammenhang von Analyseeinheiten oder Informationsstichproben, die entnommen werden.

Dieser Frage liegt die Annahme zugrunde, daß die gesamte Szene bei Darbietungsbeginn noch nicht in sämtlichen Einzelheiten, Qualitäten und den daraus erwachsenden Konsequenzen präsent sein kann, da andernfalls keine Suche notwendig wäre. Stattdessen muß die Szene in Einheiten bestimmter *Größe* analysiert werden.

Die Frage nach der Größe der Einheiten gibt in der Kognitionspsychologie immer wieder zu neuen Untersuchungen und Kontroversen Anlaß (z.B. Navon 1977; Scheerer 1978a; Turvey, Shaw & Mace 1978; Neumann 1980).

Es läßt sich leicht nachweisen, daß die Größe der Verarbeitungseinheiten von geringen Unterschieden der Aufgabenstellung, des Reizmaterials und der Obung abhängen kann (Krueger 1970; Gibson, Teumey, Barron & Zaslow 1972; Navon 1977; Martin 1979; Scheerer 1978a). Dennoch ist es nicht möglich, diese Frage als unentscheidbar beiseite zu schieben. Für jede neue Aufgabenstellung und Reizmaterialänderung muß diese Frage erneut beantwortet werden.

Mit der Frage nach der Größe der Verarbeitungseinheiten sind zwei andere Fragen eng verknüpft:

a) Wenn man eine bestimmte Größe der Verarbeitungseinheiten ausfindig machen kann, stellt sich immer noch die Frage,

ob diese Größe die gesamte Suchdauer über konstant bleibt, oder ob sie (z.B.) zu Beginn der Suche andere Ausmaße als gegen Ende der Suche aufweist.

b) Die Festlegung der Größe der entnommenen Informationsstichprobe sagt noch nichts darüber aus, ob es sich um diskrete oder überlappende Stichproben handelt.

Schließlich muß neben der Größe der Informationsstichproben noch nach deren *Qualität* gefragt werden. Die bisherigen Überlegungen sind immer davon ausgegangen, daß die Reizinformation innerhalb der gesamten Stichprobe gleiche Qualität besitzen und daß die Umgebung außerhalb des Randes aus "Nichts" oder "Leere" bestehe. Beide Annahmen sind nicht unproblematisch. Die Verarbeitungseinheit könnte z.B. in ihrem Zentrum von anderer Qualität als an ihrer Peripherie sein, und die Peripherie brauchte nicht mit einem scharfen Rand zu enden, sondern könnte einen kontinuierlichen Übergang darstellen. Die letztere Version würde natürlich die Frage nach dem Zusammenwirken von Zentrum und Peripherie aufwerfen.

3. Wie läßt sich die *Abfolge* der Entnahme von Informationsstichproben kennzeichnen?

Wie ein Vergleich der Suche in alphanumerischem und bildhaftem Material bereits ergeben hat, ist es unwahrscheinlich, daß die Suche aus der Extraktion *seriell* aneinandergereihter Informationsstichproben besteht. Wenn dies jedoch nicht der Fall ist, so fragt sich, von welchen internen und/oder externen Faktoren die Reihenfolge der Entnahme von Informationsstichproben in komplexen Szenen gesteuert wird.

Damit lassen sich der Frage mehrere Problembereiche abgewinnen: Wie erfolgt die Programmierung des Ortes, an dem die

Informationsstichprobe entnommen wird (z.B. Programmierung der "Handlung" Augenbewegung)? Erfolgen Korrekturbewegungen bei der richtigen Einstellung des Zielortes, und wie werden diese Korrekturbewegungen gesteuert? Zu welchem Zeitpunkt und für welche Dauer wird Information entnommen? Gibt es bei der Selektion der einzelnen Informationsstichproben in komplexen Szenen eine bestimmte vorhersagbare Abfolgestruktur? Beeinflußt bereits verarbeitete Information die Selektion neuer Stichproben?

4. Wie werden die einzelnen Informationsstichproben mit integriert? D.h., wie wird die Information aus früheren Informationsstichproben mit der Information der jeweils momentanen Informationsstichprobe in Beziehung zueinander gesetzt, so daß keine separaten Szenenausschnitte, sondern eine einheitliche Szene entsteht?

Diese Frage wird in der ökologischen Psychologie Gibsons nicht als Problem empfunden, da dort ein Forttönen aller Ereignisse mittels eines Resonanzprinzips angenommen wird, was ein integrierendes Gedächtnis nicht notwendig macht (Gibson 1979; Turvey & Shaw 1979). Dennoch muß auch innerhalb dieses Ansatzes die Frage beantwortet werden, welche der (Millionen) Ereignisse mit welchen anderen in Resonanz treten zu welchen Zeiten, in welcher Abfolge und worin die Basis für die Resonanz besteht.

5. Welche Verarbeitungs*modelle* sind zur Analyse der visuellen Suche in komplexen Szenen geeignet?

Neben der Frage der Abschnitte, in die die Suche gegliedert ist (vgl. Frage 1), fällt in diesen Problembereich die Frage nach der Art und Richtung des Informationsflusses. Die *Art* des Informationsflusses läßt sich als Problem der Beschaffenheit der Repräsentation formulieren (vgl. Frage 7).

Die Richtung des Informationsflusses kann mindestens die folgenden drei Formen annehmen:

Die Information kann linear, interaktiv oder zyklisch fließen. Die Annahme eines linearen Informationsflusses ist in der "klassischen" Informationsverarbeitungstheorie (Shannon & Weaver 1949; Smith 1968; Sternberg 1969) bevorzugt worden. Interaktive und zyklische Modelle finden sich in neueren Ansätzen der Computersimulationsforschung und Kognitionspsychologie (z.B. Hanson & Riseman 1978; Rumelhart 1977; Neisser 1976).

Die Trennung dieser drei Richtungen des Informationsflusses voneinander scheint nur als grobes Klassifikationsschema sinnvoll zu sein; bei der Funktionsanalyse dagegen kann es sich als notwendig erweisen, das Zusammenspiel unterschiedlicher struktureller und funktioneller Einheiten als Kombination dieser Richtungen zu begreifen, wobei einige Verarbeitungseinheiten linear, andere aber interaktiv und zyklisch miteinander in Beziehung stehen können.

Die Frage nach der Richtung des Informationsflusses hängt eng mit dem alten Problem serieller oder paralleler Verarbeitung zusammen (Neisser 1967; Townsend 1972). Linearer Informationsfluß legt serielle Verarbeitung und interaktive parallele Verarbeitung nahe. Diese Formulierung schließt jedoch nicht aus, daß während der Durchführung bestimmter serieller Operationen andere Verarbeitungseinheiten gleichzeitig parallel arbeiten können.

Bei der Frage nach den Verarbeitungsmodellen stellt sich sofort auch die Frage nach den konkreten - bei der visuellen Suche in komplexen Szenen beteiligten - Verarbeitungsstrukturen und Funktionen. Eine entsprechende Auflistung ist an dieser Stelle noch verfrüht. Eine besondere Bedeutung kommt jedoch den Funktionen "Lokalisation und Identi-

fikation des Suchgegenstandes" zu.

6. Wenn ein adäquates Modell zur Beschreibung der Suche gefunden worden ist, so stellt sich immer noch die Frage, ob das Verarbeitungsmodell für die Gesamtdauer der Verarbeitungszeit Gültigkeit besitzt oder ob bei kurzer Suchdauer andere Verarbeitungsmodelle als bei langer Dauer anzunehmen sind.

Die Länge der Verarbeitungsdauer ist stark vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene abhängig, also davon, ob die Suche abbruchfähig oder exhaustiv verläuft. Es wäre denkbar, daß es qualitative Unterschiede zwischen abbruchfähiger und exhaustiver Suche gibt, z.B. könnte bei der exhaustiven Suche die gesamte Szene noch einmal durchmustert werden, wobei allerdings ganz zielgerichtet bestimmte Details untersucht würden, ohne daß eine "Orientierungsphase" notwendig wäre.

7. Wenn man im Sinne von Scheerer (1978a) den Gegenstand der Kognitionspsychologie als "... funktionsanalytische Erforschung innerer Repräsentationen ..." (Scheerer 1978a, S. 7) auffaßt, so stellt sich im gegenwärtigen Zusammenhang die Frage nach der Art (oder besser den Arten) der inneren Repräsentation(en) und deren Zusammenwirken (vgl. Frage 5) bei der Suche in bildhaftem Material.

"Eine naiv-realistische Bildtheorie ist durch die fehlende Berücksichtigung des Unterschieds zwischen funktionaler Zweiheit und phänomenaler Einheit von 'Abbild' und Gegenstand und durch die Einschränkung der Abbildungsbeziehung auf konkrete Gegenstände gekennzeichnet ..." (Scheerer 1978a) S. 32). Diese Feststellung trifft in besonderer Weise auf die Position von Gibson (1979) zu. Scheerer (1978a) verweist bei der Frage nach möglichen Repräsentationen auf solche

abbildhafter und solche abstrakter (oder "propositionaler") Art.[1)]

Es muß im einzelnen geprüft werden, welche anderen Repräsentationsformen hier in Frage kommen und wie sie im zeitlichen Verlauf miteinander zusammenwirken. Wie steht z.B. das von Scheerer aufgewiesene "konkret-abstrakt"-Repräsentationsspektrum in Beziehung zu Repräsentationen von *Kontur-* und *Detail*informationen? Welche Bedeutung hat die unterschiedliche *Auflösungsstärke* für foveal und peripher wahrgenommene Bildgegenstände? Welche Formen *abstrakter* Repräsentationen müssen berücksichtigt werden (Kategorien, Schemata, Propositionen)? In welcher Beziehung stehen die hier aufgeführten Repräsentationsformen zum Repräsentationsebenenmodell?

Damit soll der Fragenkatalog vorläufig abgeschlossen werden.

Aufbau der Arbeit

Zunächst sollen experimentelle Untersuchungen zur Klärung der hier aufgeworfenen Fragen berichtet werden (Experimente 1, 2, 3, 4a, 4b, 4c). In diesen Experimenten werden theoretisch bedeutsame Faktoren variiert. Alle Experimente stehen nicht nur dadurch in Beziehung zueinander, daß immer die gleiche Aufgabe (visuelle Suche in komplexen Szenen) gegeben wird, sondern auch dadurch, daß bestimmte Faktoren (z.B. Abbruchfähigkeit der Suche) in sämtlichen Experimen-

---

[1)] *Wobei sich abbildhafte Repräsentationen durch den "... Charakter der Anschaulichkeit, d.h. erlebten Strukturähnlichkeit mit der von ihnen repräsentierten Realität ..." (Scheerer 1978a, S. 31) auszeichnen, während abstrakte Repräsentationen "hinter" den bildhaften stehen können und weder anschaulich noch sprachlich sein müssen (Scheerer 1978a, S. 31).*

ten wiederkehren; auf diese Weise werden nicht nur die absoluten Ergebnisse und deren Relationen zueinander, sondern auch die Relationsveränderungen zwischen den Experimenten interessant.

Dieser Aspekt soll auch durch entsprechende vergleichende Untersuchungen hervorgehoben werden. Hierzu gehören Vergleiche der Reaktionszeitverteilungen und Fehlerverteilungen aller Experimente, sowie Augenbewegungsuntersuchungen bei Experiment 2 und 4a.

Jedes Einzelexperiment wird theoretisch diskutiert.[1)] Es soll jedoch versucht werden, im Anschluß an die vergleichenden Untersuchungen einen integrierenden Beitrag zur Theorie der Bildverarbeitung zu entwerfen.

Bevor nun im folgenden mit dem Bericht der Experimente begonnen wird, sollen kurz einige historische Ursachen für das Interesse an dem Thema angedeutet werden.

Wie sich bei Durchsicht der entsprechenden Fachzeitschriften (z.B. Human Factors) leicht feststellen läßt, ist die visuelle Suche in Anwendungsgebieten wie Industrie, Verkehr und Militär schon lange von Bedeutung. Das Interesse scheint jedoch sprunghaft gestiegen zu sein, seitdem es immer besser gelingt, Maschinen zur industriellen Überwachung von Produkten zu entwickeln. Es ist heutzutage kein Problem mehr, industriell gefertigte Gegenstände mit Hilfe von Computersystemen hinsichtlich ihrer visuellen Beschaffenheit zu beschreiben und zu interpretieren; es stellen sich jedoch ungelöste Probleme ein, wenn die visuelle Analyse

---

[1)] *Die theoretischen Ausführungen werden jedoch im experimentellen Teil so knapp als möglich gehalten, um nicht von den Hauptargumentationsrichtungen abzulenken. Nähere Differenzierungen sind dann im theoretischen Teil zu finden.*

nicht an vier oder fünf bekannten Gegenständen, sondern an neuen Objekten und Szenen durchzuführen ist. An dieser Stelle setzt der Elan der neuen Computersimulationsforschung zur Analyse komplexer visueller Szenen an.[1)]

Diese anwendungsorientierten Unternehmungen sind von momentanen Zeitströmungen getragen.

Innerhalb der Geschichte der Philosophie ist eine Bildtheorie immer wieder von zentralem Interesse gewesen, z.B. bei Platon, Leibnitz, Kant, Lenin und Hartmann (Hogrebe 1971). Ähnliches gilt für die Kunstgeschichte, die ohne eine Theorie des Bildes schlecht denkbar ist.

---

1) Bei der Durchsicht der Zeitschriften und Bücher auf diesem Gebiet gewinnt man leicht den Eindruck, daß die Forschung hier solche Ausmaße angenommen hat, daß sich demgegenüber die psychologischen Beiträge als recht bescheiden ausnehmen. Die Analyse visueller Szenen leidet jedoch in der Computersimulationsforschung darunter, daß (bis auf wenige Ausnahmen) jeweils eine Vielzahl unhinterfragter Grundannahmen hinsichtlich des Funktionierens visueller Systeme gemacht werden, so daß mitunter der Eindruck hektischen Herumprobierens entsteht.

II. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN ZUR VISUELLEN SUCHE IN KOMPLEXEN SZENEN

1. EXPERIMENT 1

A. Einleitung

Die ersten Experimente zur visuellen Suche in komplexen Szenen sind von Biederman, Glass & Stacy (1973) berichtet worden.[1)] Sie sollen im folgenden etwas ausführlicher dargestellt werden, weil sie den Ausgangs- und Bezugspunkt für die nachfolgenden Untersuchungen und Interpretationen liefern.[2)]

In ihrer Untersuchung von 1973 ließen Biederman et al. in sogenannten "real-world scences" (Fotos von Straßenszenen, Küchen etc.) visuell vorgegebene Objekte suchen. Die Szenen, innerhalb derer gesucht werden sollte, wurden entweder in ihrem organisierten natürlichen Zustand oder in unorganisierter Form (in 6 Teile zerschnitten und per Zufall zusammengesetzt) dargeboten. Neben der Organisation wurde

---

1) Der Grund dafür, daß erst vor knapp zehn Jahren mit der experimentellen Untersuchung des Themas begonnen worden ist, mag darin liegen, daß sich kognitionspsychologische Forschung häufig im Spannungsfeld exakter Funktionsanalyse einerseits und ökologischer Validität andererseits befindet. Zwar gestatten die Arbeiten mit extrem reduziertem Reizmaterial meistens eine gute Analyse der dabei ablaufenden Prozesse, die Übertragung auf komplexere Alltagssituationen muß jedoch äußerst spekulativ und ungenau bleiben. Bouma (1978) hat auf massive Unterschiede bei der Suche auf homogenem und auf strukturiertem Hintergrund nachgewiesen. Andererseits enthält komplexes Reizmaterial oft eine solche Fülle von Variablen, daß eine exakte Funktionsanalyse nur mit sehr großem Arbeitsaufwand zu erreichen ist.

2) Andere Arbeiten von Biederman und Mitarbeitern (Biederman 1972; Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974; Biederman 1977) thematisieren in bestimmten Versuchsvarianten den Identifikationsprozeß von Einzelobjekten und Gesamtszenen. Diese Analysen sind für die vorliegende Fragestellung ebenso von Interesse.

im Falle des Nicht-Vorhandenseins des Suchgegenstandes die situative Nähe variiert: Der Gegenstand konnte thematisch in das Bild hineinpassen (Auto-Straße) oder nicht hineinpassen (Kaffeetasse-Straße). Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene sollte die "Ja-Reaktionstaste", bei Nicht-Vorhandensein die "Nein-Reaktionstaste" gedrückt werden.[1)]

[1)] Biederman et al. (1973) gebrauchen zur Bezeichnung ihrer experimentellen Variablen eine andere als die hier gewählte Terminologie. Sie nennen die in ihrem natürlichen Zustand erhaltenen Szenen "kohärent" und sprechen bei hoher Auftretenswahrscheinlichkeit des Suchgegenstandes innerhalb des Bildes davon, daß er "möglich" (possible) ist, während sein Vorhandensein bei geringer Auftretenswahrscheinlichkeit als "unmöglich" (impossible) bezeichnet wird. Der Begriff "Kohärenz" ist von G.E. Müller (1923, S. 9) als "Tendenz gegebener Eindrücke, eine kollektive Auffassung auszulösen ..." eingeführt worden. Danach werden als Kohärenzfaktoren (den Zusammenhang begründende Faktoren) u.a. räumliche Nachbarschaft, Gleichheit, Ähnlichkeit, Symmetrie und Kontur genannt, also solche Faktoren, die das Vereinigen von Einzelempfindungen zu einem Gestaltzusammenhang begünstigen. Diese "primären" Kohärenzfaktoren haben wenig mit der Kohärenz im Sinne von Biederman et al. (1973) gemeinsam, in deren Untersuchung die figuralen Beziehungen der Einzelobjekte zueinander nicht thematisiert werden. Dagegen kommt der Begriff der "empirischen Kohärenz" ("... Einfluß, den die Erfahrung und Gewohnheit auf die Kohärenz ausüben ...") dem Biederman'schen Kohärenzbegriff näher, wenngleich auch hiermit nicht realistische, räumliche Strukturarbeit von Szenen, sondern eine aus Erfahrung entspringende Tendenz, ähnlich zu gruppieren gemeint ist. So gesehen könnte die Kohärenz im Sinne Biederman's (als Materialeigenschaft) eine Bedingung sein, die die Gruppierung erleichtert.
Sowohl der Begriff "Kohärenz" als auch der in diesem Zusammenhang weit häufiger verwendete Begriff "Organisation" (Köhler 1933; Koffka 1935) werden normalerweise nicht zur Beschreibung von Materialeigenschaften der realen Welt, sondern von psychischen Strukturierungsregelmäßigkeiten verwendet. Es ist jedoch von gestaltpsychologischer Seite bemerkt worden, daß die "sachliche Beschaffenheit des Gegebenen selbst entscheidet über die Bildung von umfassenderen Einheiten irgendwelcher Art, über Grenzverlauf, Gliederung und Gruppierung" (Metzger 1963, S. 105). Der Grad der psychischen Organisation ist als vom Grad der Organisation des

Die Ergebnisse des Versuchs von Biederman, Glass & Stacy 1973, lassen sich folgendermaßen zusammenfassen: Das Suchen nach Gegenständen in organisierten Szenen ist generell schneller als das Suchen in unorganisierten Szenen. Außerdem ist eine Interaktion zwischen den Faktoren Organisation und Reaktionskategorie zu beobachten: Unorganisiertheit wirkte sich am beeinträchtigsten aus, wenn die situative Nähe des Suchgegenstandes groß ist, die Szene diesen Gegenstand jedoch nicht enthält (Abb. 1).

B. Fragestellung und vorläufiges Modell

Zur Erklärung ihrer Befunde diskutierten Biederman et al. (1973) theoretische Ansätze, die an Neisser's Analyse-durch-Synthese-Konzeption und Bartlett's Schematheorie angelehnt sind: Eine vorangehende ganzheitliche Charakterisierung der Szene steuert die sich anschließende Feature- und Objektanalyse. Die Erklärung beruht auf den Annahmen, daß sich der *generell fördernde Effekt* der Organisation aufgrund der schnelleren Erstellung einer über-

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 26

gegebenen Materials abhängig. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, auf verschiedene Arten der Organisation des Materials hinzuweisen:

a) sensorische Organisation (Gruppierung nach Farben, Form, Symmetrie, Kontur, räuml. Nähe etc.)
b) Zusammengehörigkeit der Gegenstände zu einem gemeinsamen Handlungskontext,
c) realistische Anordnung der Gegenstände innerhalb einer räumlichen Struktur.

Wenn im folgenden von Organisation die Rede ist, so soll damit lediglich die realistische, nach sozial-kulturellen Konventionen erfolgende Anordnung der Gegenstände innerhalb einer räumlichen Struktur gemeint sein. Die Zugehörigkeit des Gegenstandes zum entsprechenden Handlungskontext dagegen, wird als dessen "situative Nähe" bezeichnet.

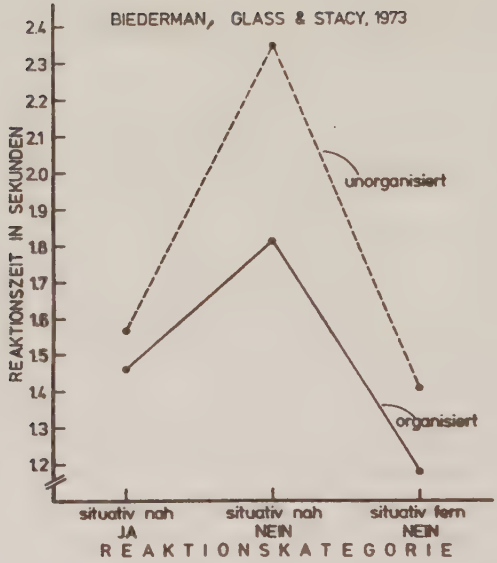


Abb. 1: Die Ergebnisse des Experimentes von Biederman et al. (1973) in veränderter Darstellungsform. Aufgetragen ist die Reaktionszeit (in Sekunden) als Funktion der Organisation der Szene und der Reaktionskategorie. Bei den "Nein-Reaktionen", nicht jedoch bei den "Ja-Reaktionen", ist die situative Nähe bzw. Ferner variiert worden.

greifenden Repräsentation und der *speziell förderliche Effekt* der Organisation aufgrund der besseren Erkennbarkeit der spezifischen Objekte ergibt.

Dies ist eine "Erklärung", die in ihrem Kern wohl die Möglichkeit für eine Funktionsanalyse enthält, in ihrer momentanen Form jedoch einen undifferenzierten und diffusen Eindruck macht. Speziell die Besonderheit, daß es sich um eine Suchaufgabe handelt, findet in dieser "Erklärung" keine Beachtung. Das ist nicht verwunderlich, wenn man berücksichtigt, daß Biederman und Mitarbeiter im allgemeinen Identifikationsexperimente mit kurzzeitiger Reizdarbietung durchgeführt haben (Biederman 1972; Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974).

Anhand der in der Einleitung formulierten Fragen (S. 14ff.) kann man sich leicht vergegenwärtigen, daß lediglich *ein Abschnitt* des Suchprozesses (ganzheitliche Charakterisierung der Szene) thematisiert wird; Prozesse der Entnahme von Informationsstichproben und der Bereitstellung von Reaktionstendenzen werden ausgeklammert. Entsprechend dieser Voreinstellung werden die Fragen nach der Größe der Verarbeitungseinheiten, nach der Abfolge der entnommenen Verarbeitungseinheiten, nach den zugrundeliegenden Verarbeitungsmodellen etc. nicht gestellt. Lediglich hinsichtlich der letzten Frage - nach der Art der beteiligten Repräsentation - verweisen die Autoren auf die Bedeutung von Schemata bei der Szenenrepräsentation und der Objektidentifikation.

Nicht nur aufgrund dieser theoretischen Überlegungen, sondern auch aus rein "versuchstechnischen" Gründen (vgl. S. 37ff.) erweisen sich weitere Untersuchungen als erforderlich. Bevor jedoch die eigenen experimentellen Untersuchungen geschildert werden können, soll ein etwas umfassenderes vorläufiges Modell für die Ergebnisse des Biederman-Experimentes skizziert werden.

Für den ersten Abschnitt der Suche - nämlich Bildung einer

ganzheitlichen Szenenrepräsentation[1)] - läßt sich folgende Zeitschätzung den Daten entnehmen: Bei der Suche nach einem situativ fernen Objekt konnte die Versuchsperson sicher sein, daß dieses Objekt nicht in der Szene enthalten war (da keine Bilder mit situativ fernen vorhandenen Suchobjekten hergestellt worden waren).

Es war in diesen Bedingungen also keine Suche im eigentlichen Sinne nötig, die Versuchsperson brauchte lediglich die thematische Abweichung des zu suchenden Objektes mit der Szene festzustellen und konnte dann sofort reagieren. Die Reaktionszeiten von etwa 1,2 Sekunden für die organisierte Bedingung und etwa 1,4 Sekunden für die unorganisierte Bedingung spiegeln also die Verarbeitungsdauer für die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation einerseits und den Vergleichsprozeß von Suchobjekten und Szene sowie die motorische Programmierung der Reaktion andererseits wieder.

Die Dauer von 1,2 bzw. 1,4 Sekunden ist demnach für die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation eine Maximalzeit. Dieser Sachverhalt wird besonders deutlich, wenn man die Augenbewegungen bei der Betrachtung komplexer Szenen analysiert. Viele Forscher gelangen auf diesem Gebiet zu der Überzeugung, daß sich die ersten beiden Fixationen von den restlichen Fixationen hinsichtlich der Dauer und der Sakkadenweite unterscheiden lassen: Am Anfang der Bildbetrachtung sind weite Sakkaden und kurze Fixationszeiten zu beobachten (Buswell 1935; Karpov, Luria & Yarbus 1968; Antes 1974). Bei einer durchschnittlichen Fixationsdauer von 350 Millisekunden kommt man zu der Schätzung, daß man zur Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation 700

[1)] *Dieser erste Abschnitt der Suche wird später (S. 342ff.) noch weiter differenziert.*

Millisekunden benötigt; die Bildung dieser Szenenrepräsentation wird durch die räumliche Unorganisiertheit der Szene um weitere 200 bis 300 Millisekunden verzögert.

Im Anschluß an die ganzheitliche Bildung der Szenenrepräsentation kann der eigentliche Suchvorgang beginnen. Die Suche besteht darin, daß Informationsstichproben aus der Szene entnommen und bezüglich des Vorhandenseins des Suchobjektes überprüft werden.[1)] Wenn jede Entnahme und Überprüfung von Informationsstichproben Zeit benötigt, so kann man vorhersagen, daß mit zunehmender Zahl von Informationsstichproben die Verarbeitungsdauer zunimmt. Zur Erklärung der weiteren Befunde von Biederman et al. (1973) kann man nun annehmen, daß bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene weniger Stichproben entnommen werden als bei Nicht-Vorhandensein (unterschiedliche Abbruchfähigkeit der Suche) und daß in organisierten Szenen *größere* Informationsstichproben als in unorganisierten Szenen entnommen werden.[2)]

[1)] *Es wird angenommen, daß die Suche in komplexen Szenen im wesentlichen "target-orientiert" und* nicht *"kontext-orientiert" abläuft (vgl. Prinz 1977 zur Unterscheidung beider Prozesse). Eine wesentliche Bedingung für die "kontext-orientierte" Suche ist die Redundanz aufeinanderfolgender Stichproben, die es ermöglicht, die Stichprobe zum Zeitpunkt t_n und zum Zeitpunkt t_{n+1} miteinander hinsichtlich gemeinsamer Merkmale zu vergleichen. Dieser Vergleich ist aber in Szenen mit ständig wechselnden Objekten nicht sinnvoll. Ein "target-orientierter" Suchprozeß läßt sich nach Prinz (1977) folgendermaßen darstellen: Bei der Suche wird aus der Reizgrundlage eine Stichprobe entnommen, die hinsichtlich des Vorhandenseins eines "targets" überprüft wird. Ist das "target" vorhanden, kann die Knopfdruckreaktion "Ja/Vorhanden" erfolgen, ist das "target" jedoch nicht vorhanden, so wird die nächste Stichprobe entnommen. Es erfolgt wiederum eine Überprüfung usw.*

[2)] *In organisierten Szenen werden im allgemeinen weniger Fehler gemacht als in unorganisierten Szenen, so daß man nicht argumentieren kann, die Suche in organisierten Szenen sei weniger vollständig oder gründlich.*

In Tabelle 1 ist ein vereinfachtes Modell für die mit zunehmender Verarbeitungsdauer größer werdenden Reaktionszeitunterschiede bei der Suche in organisierten und unorganisierten Szenen abgebildet.

t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	Zeitpunkt
$O_A O_B$	$O_C O_D$	$O_E O_F$	$O_G O_H$	/	/	/	/	Stichprobe von Objekten O_A-O_H aus organisierten Szenen
O_A	O_B	O_C	O_D	O_E	O_F	O_G	O_H	Stichprobe von Objekten O_A-O_H aus unorganisierten Szenen

Tab. 1: Modell zur Verdeutlichung der mit zunehmender Verarbeitungszeit zunehmenden Reaktionszeitunterschiede bei der Suche in organisierten bzw. unorganisierten Szenen (Erläuterung im Text, S. 32f.

Wenn also bei der Suche in organisierten Szenen größere Verarbeitungseinheiten (pro Zeiteinheit) als bei der Suche in unorganisierten Szenen gebildet werden, dann sollte sich mit zunehmender Verarbeitungsdauer die Reaktionszeitdifferenz zwischen organisierten und unorganisierten Szenen vergrößern. Während der Vorsprung hinsichtlich der Zahl der

Verarbeitungseinheiten in organisierten und unorganisierten Szenen zum Zeitpunkt t_1 "eins" beträgt, hat sich diese Differenz zum Zeitpunkt t_4 bereits auf "vier" erhöht. Dieser Sachverhalt, der mit zunehmender Verarbeitungsdauer zunehmenden Reaktionszeitdifferenz zwischen organisierten und unorganisierten Szenen wird in den Daten des Biederman-Experimentes sehr deutlich (Abb. 1).

Das hier skizzierte zweistufige Modell (Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation und Entnahme unterschiedlich großer Informationsstichproben) soll vorläufig zur Beschreibung der Daten reichen.[1)]

Im folgenden muß sich die Gültigkeit dieses Modells in zweierlei Weise zeigen:

1) Bleibt die Interaktion zwischen Organisation und situativer Nähe erhalten, wenn nach Beseitigung der artifiziellen Versuchssituation auch bei den "Ja-Reaktionen" die situative Nähe variiert wird, also auch situativ ferne Gegenstände in den Suchszenen vorhanden sein können? Bisher kann bei situativer Ferne die "Nein-Reaktionszeittaste" ohne sorgfältige Szenenanalyse gedrückt werden.

Im Experiment von Biederman, Glass & Stacy (1973) war der Suchgegenstand in 1/3 der Fälle in der Szene vorhanden und in 2/3 der Fälle nicht vorhanden. Bei Nicht-Vorhandensein

---

1) *Selbst wenn man die ersten beiden Fixationen hinsichtlich ihrer Funktion von den nachfolgenden Fixationen unterscheiden kann (Orientierung, ganzheitliche Beschreibung einer Szene gegenüber der eigentlichen Suche), in dem Sinne, daß die Orientierung die logische Voraussetzung für die nachfolgenden Prozesse ist, so schließt diese Betrachtungsweise keineswegs aus, daß die während der Suche entnommenen Informationsstichproben ihrerseits wieder zur Orientierung und ganzheitlichen Szenenbeschreibung beitragen.*

des Gegenstandes wurde die situative Nähe variiert, nicht jedoch bei seinem Vorhandensein. Die Vpn konnten also sicher sein, daß ein situativ ferner Gegenstand nicht in der Szene enthalten war (z.B. ein Fahrrad im Wohnzimmer). Es reichte aus - eventuell aufgrund der Verarbeitung lediglich eines Objektes aus der Szene - die Zugehörigkeit zu einer abweichenden inhaltlichen Szenenkategorie festzustellen, um die richtige Entscheidung "der Gegenstand ist nicht vorhanden" treffen zu können. Es ist nicht auszuschließen, daß die extrem niedrigen Reaktionszeiten im situativ fernen Fall bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes und die Interaktion zwischen Organisation und situativer Nähe auf die nicht balancierten Versuchsbedingungen zurückgehen.

2) Wirkt sich situative Nähe bei Vorhandensein des Suchgegenstandes ebenfalls wie beim Nichtvorhandensein beeinträchtigend aus? Hinweise auf eine bessere Verarbeitung situativ ferner Gegenstände lassen sich Augenbewegungs- und Wiedererkennungsuntersuchungen entnehmen (Loftus 1976; Gould 1976). Es muß jedoch bemerkt werden, daß diese Verhältnisse sich erst nach längeren Verarbeitungszeiten oder nach Training einstellen (das Schema, von dem die "Abweichung" besonders deutlich registriert werden kann, muß sich bereits gebildet haben).

Entsprechend formulierten Biederman et al. (1973) in einer Fußnote die Vermutung, daß das situativ nahe, vorhandene Suchobjekt schneller aufgefunden werden kann als das situativ ferne, weil die **Erkennungsschwellen** niedriger liegen. Diese Vermutung ist in der Arbeit mit Bildmaterial von Palmer (1975a) bestätigt worden. Mit sprachlichem Material hat sie bereits in frühen Arbeiten Stützung erfahren (Tulving & Gold 1963; Morton 1964). Förderung der **Erkennungs**leistung durch den Kontext sind außerdem beim Buchstabenerkennen (Reicher 1969; Wheeler 1970), beim Erkennen von Buchstabenfragmenten (Schendel & Shaw 1976) und beim Linienerkennen (Weisstein & Harris 1974; Womersley 1977) gefunden worden.

Dieser Effekt der Erkennungsschwellensenkung situativ naher vorhandener Suchobjekte sollte jedoch auch für unorganisiertes Material - wenn auch in schwächerer Weise - nachweisbar sein, denn alle Einzelobjekte aus der Szene sind ja nach wie vor (nur in umgestellter Form) vorhanden.[1)]

Der förderliche Effekt situativer Nähe wird im Experiment von Biederman et al. (1973) nicht sichtbar. Dieser Sachverhalt ist wahrscheinlich auf den Mangel einer adäquaten Vergleichsbedingung zurückzuführen, da die förderliche Wirkung situativer Nähe (bei Vorhandensein des Suchgegenstandes) nur in Relation zur Wirkung situativer Ferne erkannt werden kann.

Neben der Erkennungsschwellensenkung bei der Suche nach einem vorhandenen situativ nahen Suchgegenstand (die für organisierte Szenen ausgeprägter als für unorganisierte sein könnte), sollte sich speziell bei der Suche nach einem situativ nahen, vorhandenen Gegenstand im organisierten Fall noch ein weiterer förderlicher Effekt nachweisen lassen: Die Entnahme von Lokalisationsinformationen sollte das Auffinden situativ naher Suchgegenstände besonders gut ermöglichen.

Eine Schreibtischlampe befindet sich gewöhnlich nicht auf dem Fußboden oder schwebt in der Luft, sondern hat ihren Platz auf dem Schreibtisch. Die Verarbeitung der Information Fußboden oder Zimmerdecke kann demnach positiv zur Einschränkung des Suchbereichs genutzt werden.

Entsprechend ist in einer Untersuchung von Meyers & Rhoades

---

1) *In der Literatur zur Wirkung* kategorialer *Nähe bei der visuellen Suche notieren die Autoren üblicherweise einen beeinträchtigenden Effekt. Tatsächlich läßt sich jedoch auch eine förderliche Wirkung kategorialer Nähe aufweisen. Vergleicht man nämlich die Suche innerhalb einer homogenen Kategorie mit der Suche innerhalb einer Zufallsliste, so erweist sich die Suche innerhalb der homogenen Kategorie als schneller (Henderson & Chard 1978; Eriksen 1952, 1953; Gordon 1968; Reicher, Snyder & Rychards 1976; Rabbitt et al. 1977).*

(1978) der Nachweis gelungen, daß die Versetzung des situativ nahen Suchgegenstandes an eine falsche Position die Suchzeiten verlängern.

Ebenso ist aus Arbeiten zum visuellen Suchen in seriell angeordnetem Material bekannt, daß das Auffinden des "targets" enorm durch die experimentelle Einführung von Lokalisationsinformationen (Hinweisreize auf die Position des "targets") erleichtert wird (Shapiro 1970; Neisser & Stoper 1965, Jonides & Gleitman 1976). In einer Arbeit von Williams (1966) werden Farbinformationen zur Lokalisation genutzt. Im allgemeinen unterscheiden sich Versuchssituationen des visuellen Suchens jedoch darin, daß im organisierten Kontext Lokalisationsinformationen auf den situativ nahen Suchgegenstand verweisen, während das Material, bei dem kategoriale Nähe variiert wird, üblicherweise keine *positiven* Lokalisationsinformationen enthält.

C. Experiment

Das Experiment von Biederman et al. (1973) hat zu einer Reihe von Fragen und Problemen geführt, die ungeklärt geblieben sind.

Aufgrund dieser Analyse ergab sich ein 2 x 2 x 2-faktorieller Versuchsplan, in dem die Faktoren "situativ nah vs. situativ fern", "organisiert vs. unorganisiert" und "vorhanden vs. nicht vorhanden" variiert worden sind. Neben den erwähnten theoretischen Überlegungen haben schließlich einige "versuchstechnische" Erwägungen die konkrete Verwirklichung des vorliegenden Experiments beeinflußt:

a) Nach Biederman et al. (1973) ist nicht auszuschließen, daß sich der beeinträchtigende Effekt der Unorganisiertheit aufgrund der Schnittstellen und der dadurch zustandekommenden Trennungslinien und/oder der größeren Zahl der dadurch entstehenden Objektfragmente einstellt. Außerdem wäre denkbar, daß in der unorganisierten Szene sechs Einzelbilder (statt einem) verarbeitet werden. Der Lösungsversuch dieser Probleme bestand im vorliegenden Experiment darin, sowohl organisierte als auch unorganisierte Szenen zu zeichnen;[1)] die unorganisierten Szenen also nicht durch Zerschneiden, sondern durch positive Herstellung zu erzeugen. Als Grundlage für die Zeichnungen wurde das Duden-Bildwörterbuch mit seiner *szenischen* Repräsentation der zivilisierten Welt der fünfziger Jahre verwendet. Dieses Bildwörterbuch kann als lobenswerte Ausnahme zu den üblichen Wörterbüchern der summativen und alphabetisch geordneten Gegenstandssammlungen betrachtet werden.

Aus diesem Wörterbuch wurden 40 Szenen unter dem Gesichtspunkt gleicher Komplexität ausgewählt und nachgezeichnet. Jeweils im Anschluß an die Herstellung der organisierten Szene wurde eine unorganisierte Version gezeichnet. Die unorganisierte Szene enthielt alle Objekte und Strichkonfigurationen der organisierten Szene. Es fand jedoch eine oben-unten- und eine rechts-links-Vertauschung statt. Auf diese Weise entstanden in der unorganisierten Version Bilder, in denen die Objekte anschaulich einen lose schwebenden Charakter erhielten,

---

[1)] *Eine Strichzeichnung, in der die Umrisse von Objekten wiedergegeben werden, unterscheidet sich natürlich in spezifischer Weise von Photographien realer Objekte (vgl. Gibson 1979). Die Folgen für die Verarbeitungsprozesse sollen anhand eines Vergleichs von Experiment 2 und 4 (S.222-250) und in der theoretischen Diskussion (S. 288) näher beleuchtet werden.*

wobei die Raum- und Funktionsstruktur aufgelöst erscheint (Abb. I im Anhang, S. 465).

b) Im Biederman-Experiment besitzen "Ja"- und "Nein"-Reaktionen unterschiedliche Reaktionswahrscheinlichkeit (1/3 zu 2/3). Aufgrund des balancierten Versuchsplans betrug die Reaktionswahrscheinlichkeit im vorliegenden Experiment jeweils 50 %.

c) Situative Nähe ist im Biederman-Experiment lediglich intuitiv festgelegt worden.

Im vorliegenden Experiment wurde Nähe operational definiert. Es wurden vier Typen (Inhaltskategorien) von Szenen verwandt: Handwerksszenen, Wohnszenen, Verkehrsszenen und Unterhaltungsszenen. Als situativ nah wurde ein Suchgegenstand dann bezeichnet, wenn er aus der gleichen Szenenkategorie stammte wie das Suchbild; als situativ fern galt ein Gegenstand, wenn er einer anderen Szenenkategorie entstammte. So wurde die Suche nach einer Kaffeekanne in einer Szene mit gedecktem Kaffeetisch als situativ nah und die Suche nach einem Schaffner im Zirkus als situativ fern definiert.

d) In Experimenten mit derart komplexem Reizmaterial fließen eine Vielzahl von Diskriminationsvariablen mit ein. Bei reduziertem Reizmaterial lassen sich diese Diskriminationsvariablen in Suchversuchen relativ gut aussondern. Die Diskriminierbarkeit wird z.B. durch Kontextgegenstände, die ähnliche Merkmale hinsichtlich Farbe, Kontur, Textur etc. besitzen wie der Suchgegenstand beeinflußt. Außerdem ist die Gesamtgröße des Suchbereiches, die Größe des in Frage kommenden Teilbereiches und die Verteilung der Gegenstände im Bild, die Entfernung des Suchgegenstandes vom Bildmittelpunkt und die Komplexität des

Bildes von Bedeutung. Eine ausführliche Darstellung dieser Variablen und ein Versuch einer integrierenden Theorie liegt für reduziertes Reizmaterial bei Bloomfield (1969) vor. Diese Oberlegungen, so nützlich sie für reduziertes Reizmaterial sein mögen, führen wenig weiter, wenn es um komplexe Reizsituationen geht, in denen die oben angeführten Faktoren in schwer durchschaubarer Weise interagieren.

Zur Kontrolle der Diskriminierbarkeit sind folgende Schritte unternommen worden: Die Entfernung des Suchgegenstandes vom Bildmittelpunkt wurde zwischen den Bedingungen balanciert; die Gesamtgröße des Suchbereichs war objektiv vorgegeben und in allen Bedingungen gleich; die Bilder wurden unter dem Gesichtspunkt gleiche Komplexität ausgewählt; es wurde darauf geachtet, daß die Suchgegenstände von ihrer Umgebung abgetrennt waren, jedoch nicht in räumlicher Isolation auftraten (die Größe des infragekommenden Teilsuchbereichs hängt von der Anzahl der Gegenstände mit ähnlichen Merkmalen ab; als solche kamen im vorliegenden Experiment hauptsächlich gemeinsame Form- und Größenmerkmale in Frage. Die Suchgegenstände wurden jedoch so gewählt, daß sie hinsichtlich ihrer Formmerkmale hinreichend verschieden von den Kontextgegenständen waren); außerdem wurden aus dem vorhandenen Reizmaterial Suchobjekte mittlerer Größe ausgewählt. Die Suchobjekte waren in sich abgeschlossen. Es handelte sich also nicht um Teilobjekte von Gegenständen. Ein mit 16 Vpn durchgeführter Benennungsversuch sollte eine vergleichbare Benennbarkeit der Suchobjekte zwischen den Bedingungen sichern.

Der Versuchsablauf läßt sich folgendermaßen beschreiben:

Der Suchgegenstand wurde tachistoskopisch für 3 Sekunden dargeboten. Es folgte ein Intervall von 5 Sekunden. Danach

schien die Suchszene. Das Vorhandensein- bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene sollte so schnell und genau als möglich mit einer entsprechenden Tastendruckreaktion beantwortet werden. Die Tastenzuordnung zu den Reaktionskategorien wechselte von Vp zu Vp. Mit der Tastendruckreaktion wurde die Exposition der Szene beendet und der gesamte Zyklus wiederholte sich automatisch. Gemessen wurde die Reaktionszeit vom Beginn der Exposition der Suchszene bis zur Tastendruckreaktion und die Richtigkeit der Reaktion (Fehlerzahl).

Dem eigentlichen Versuch gingen 8 Probedurchgänge, in denen sich die Vpn an das Reizmaterial und die Suchaufgabe gewöhnen konnten, voraus. Im Versuch wurde insgesamt in 72 verschiedenen Szenen (davon war die Hälfte organisiert und die andere Hälfte unorganisiert) gesucht. Jede der acht Versuchsbedingungen des 2 x 2 x 2-faktoriellen Versuchsplanes war also durch jeweils 9 Szenen besetzt. Die Reize wurden in zufälliger Reihenfolge dargeboten. In der Mitte des Versuchs wurde eine kurze Pause eingelegt. Der gesamte Versuch dauerte etwa 40 Minuten. Im Anschluß daran fand ein kurzes Gespräch über den Versuch und die Versuchsbedingungen statt.

Die Vpn saßen in einem dunklen Raum vor einem auf Augenhöhe befindlichen Projektionsfeld von 35 x 45 cm in einem Beobachtungsabstand von 2,50 m. Dieses Feld wurde von hinten, aus dem Nachbarraum des Duplex-Labors durch ein Projektionstachistoskop angestrahlt. Wenn weder das Suchobjekt noch die Suchszene im Projektionsfeld auftauchten, wurde das Feld durch einen dritten Projektor mit weißem Licht beleuchtet, um das Auftreten von Nachbildern zu vermeiden.

Der Versuch wurde mit 32 Psychologiestudentinnen und -studenten der ersten vier Semester im Rahmen ihrer Pflichttätigkeit als Versuchsperson durchgeführt.

D. Befunde

Die Varianzanalyse, in die die oben dargestellten experimentellen Variablen eingingen, erbrachte - wie aus Tab. 2 ersichtlich wird - folgende Ergebnisse:

1) In organisierten Kontexten wird generell schneller als in unorganisierten gesucht (Abb. 2, S. 42).

2) "Ja-Reaktionen" (Gegenstand vorhanden) sind generell schneller als "Nein-Reaktionen" (Gegenstand nicht vorhanden (Abb. 2).

3) Situative Nähe wirkt sich bei "Ja-Reaktionen" förderlich und bei "Nein-Reaktionen" beeinträchtigend aus (Abb. 2).

4) Organisation und Reaktionskategorie interagieren miteinander, d.h. Unorganisiertheit wirkt sich besonders bei "Nein-Reaktionen" beeinträchtigend aus (Abb. 3).

5) Es läßt sich eine 3-fache Interaktion der Faktoren feststellen (Abb. 4).

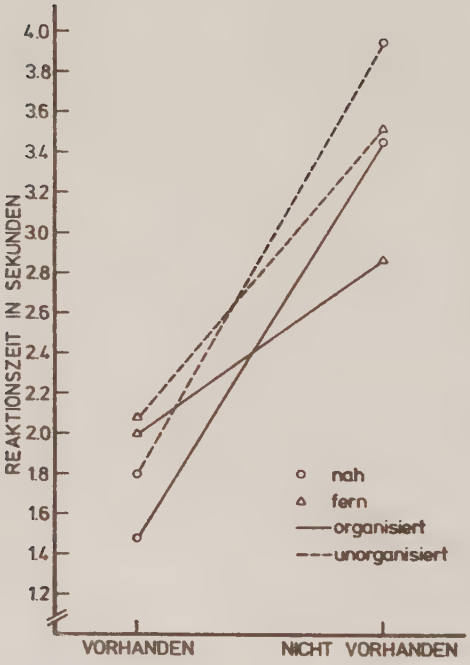


Abb. 2: Reaktionszeiten (RZ) aus Experiment 1 in Sekunden in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes (Abb. 2) organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext (Abb. 3) und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes (Abb. 4). Daten von 32 Vpn.

Tab. 2: 3-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 1-3 dargestellten Reaktionszeiten. Es bedeuten: 1 = situative Nähe/Ferne; 2 = organisierte/unorganisierte Szenen; 3 = Ja-/Nein-Reaktionen. Daten von 32 Vpn.

Quelle der Variation	SS	DF	F	P
SUBJ.	252992805.2813			
1	176242.5352 4686034.5898	1. 31.	1.1659	0.2886
2	9156297.7539 5774436.3711	1. 31.	49.1555	0.0 *
3	166769781.7539 75207709.8711	1. 31.	68.7411	0.0
12	36552.6602 1991518.4648	1. 31.	0.5690	0.5373
13	13178261.2852 4791643.3398	1. 31.	85.2580	0.0
23	2265213.1289 3336784.4961	1. 31.	21.0447	0.0002
123	639900.0039 1850408.6211	1. 31.	10.7203	0.0029

In die oben dargestellte Varianzanalyse gingen nur richtige Reaktionen ein. Im Versuch wurden insgesamt 5,8 % Fehler gemacht - eine Fehlerzahl, die etwa halb so hoch ist, wie die von Meyers & Rhoades (1978) gefundene.
Bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes werden so gut wie gar keine Fehler verzeichnet (0,69 %). Die Masse der Fehler liegt bei den Ja-Reaktionen (10,94 %).

Tabelle 3 gibt die Fehlerverteilung für die 4 experimentellen Bedingungen der Ja-Reaktionen an.

---

* "0.0" ist in den Tabellen jeweils so hoch signifikant, daß die restlichen Nullen nicht ausgedruckt sind.

Tab. 3: Fehlerhäufigkeit in Prozent (%) und Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) für Fehlerreaktionen der vier experimentellen Bedingungen der "Ja-Reaktionen" (Gegenstand vorhanden). Daten von 32 Vpn.

		Fehler	RZ (Sek.)
nah	org.	2,8 %	4,2075
	unorg.	6,3 %	3,5578
fern	org.	15,6 %	2,894
	unorg.	19,1 %	2,9086

Aus dieser Tabelle wird verschiedenes deutlich:

1) In organisierten Szenen werden generell weniger Fehler gemacht als in unorganisierten. Dieser Sachverhalt ist bereits von Biederman et al. (1973) hervorgehoben worden.

2) Bei der Suche nach situativ fernen Objekten unterlaufen der Vp erheblich mehr Fehler (etwa vier mal so viel) als bei der Suche nach nahen Objekten.

Aus diesen Fehlerraten ergeben sich keine "speed-accuracy"-Probleme, die die Interpretation der Daten beeinträchtigen könnten, denn die Fehlerreaktionen sind generell länger als die richtigen Reaktionen, so daß sich die gefundenen Effekte eher verstärken würden (Pachella 1974). Speziell die beeinträchtigende Wirkung der situativen Ferne des vorhandenen Suchobjektes wird aufgrund der erheblich höheren Fehlerzahl im Vergleich zur situativ nahen Bedingung unterschätzt.

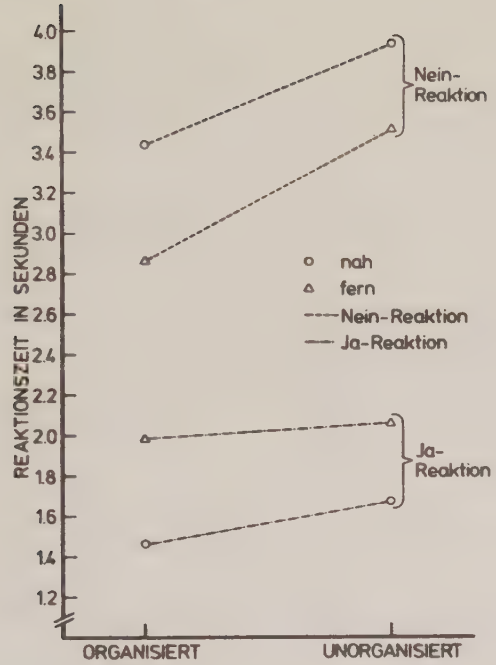


Abb. 3: Reaktionszeiten aus Experiment 1 in Sekunden in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes (Abb. 2), organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext (Abb. 3) und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes (Abb. 4). Daten von 32 Vpn.

3) Interessanterweise liegen die Fehlerreaktionszeiten für die situativ nahen Suchobjekte generell höher als für die situativ fernen Suchobjekte. Kann die Vp den vorhandenen Suchgegenstand nicht auffinden, so zeigt sie das gleiche Reaktionszeitverhalten wie beim Nicht-Vorhanden-

sein des Suchobjektes: situative Nähe wirkt sich beeinträchtigend aus.

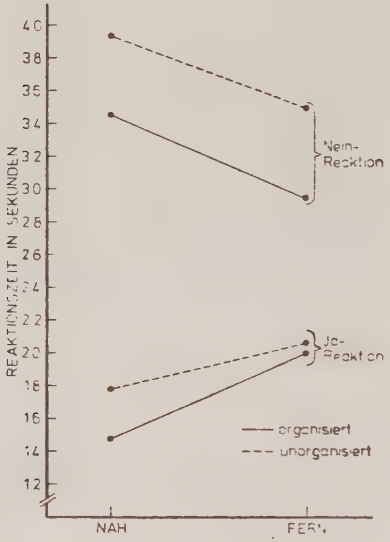


Abb. 4: Reaktionszeiten aus Experiment 1 in Sekunden in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes (Abb. 2) organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext (Abb. 3) und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes (Abb. 4). Daten von 32 Vpn.

E. Diskussion

Ein Vergleich der Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung mit der von Biederman et al. (1973) fördert eine Reihe gemeinsamer, aber auch eine Reihe voneinander abweichender Befunde zutage, die erklärungsbedürftig sind.

Die Gemeinsamkeit besteht darin, daß in beiden Untersuchungen ein generell beeinträchtigender Effekt räumlicher Unorganisiertheit gefunden wird und daß die Faktoren "Unorganisiertheit" und "Reaktionskategorie" miteinander interagieren (Unorganisiertheit wirkt sich bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene erheblich beeinträchtigender aus als bei seinem Vorhandensein).

Neu sind drei Ergebnisse:

a) Ja-Reaktionen sind generell schneller als Nein-Reaktionen,

b) situative Nähe wirkt sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes förderlich, bei Nicht-Vorhandensein dagegen beeinträchtigend aus,

c) es findet sich eine dreifache Interaktion der Faktoren.

Bevor die neuen Ergebnisse diskutiert werden, soll ein trivial erscheinender Befund, der sich sowohl im Biederman-Experiment als auch im eigenen Experiment eingestellt hat, problematisiert werden - der förderliche Effekt der Organisation der Szene.

Widersprüche bei der Untersuchung der Organisationsvariablen

Im folgenden sollen kurz einige Experimente mit anderer Aufgabenstellung bzw. Suchexperimente mit alphanumerischem Material berichtet werden, in denen die Organisationsvariable

nicht immer zu einheitlichen Resultaten geführt hat.

In einer Aufgabe, bei der die Wortgrenzen markiert werden sollten, boten Klein & Klein (1973) ihren Vpn Wortpassagen ohne Interpunktion und mit gleichem Abstand zwischen allen Buchstaben dar. Die Geschwindigkeit, mit der die Worteinheiten richtig identifiziert werden können, ist eine Funktion der Annäherung der Wortpassagen an die gebräuchliche Sprache und eine Funktion der Hinzufügung semantischer und syntaktischer Information.

Treisman (1960) hat Texte unterschiedlicher Organisation dichotisch dargeboten und die Informationen eines "Kanals" nachsprechen lassen. Dabei variierte die Organisation der Texte von einer Annäherung 2. Ordnung an die englische Sprache bis zum Originaltext einer Novelle. Mitunter wurden die beiden Botschaften auf den jeweils anderen Hörkanal geschaltet. Gelegentlich wiederholten die Vpn dann ein oder zwei Wörter des Kanals, den sie nicht beachten sollten. Das Nachsprechen von Wörtern des Kanals, der nicht beachtet werden sollte, war eine Funktion der zunehmenden Kontextorganisation.

Krueger (1970) hat im Suchexperiment gefunden, daß Buchstaben um so schneller aufgefunden werden können, je größer die Annäherung der Buchstabenkontexte an die Buchstabenfolgen von Wörtern ist. Das Ergebnis von Krueger (1970) ist jedoch nicht unwidersprochen geblieben. James & Smith (1970), Gibson et al. (1972) und Healy (1976) haben abweichende Ergebnisse erhalten. Gibson et al. (1972) ließen Einzelbuchstaben in orthographisch strukturierten oder in unaussprechbaren, wenig strukturierten Buchstabenfolgen suchen und fanden keine Verbesserung der Suchleistung bei orthographischer Strukturiertheit. Um diese Widersprüche verstehen zu können, weisen Gibson et al. (1972) auf Aufgabenunterschiede in den Untersuchungen hin. Während im Experiment von Krueger (1970) die "targets" von Liste zu Liste wechselten und die Vpn folglich wenig Gelegenheit hatten, sich auf die graphemischen Merkmale des Suchbuchstabens zu konzentrieren, ließen Gibson et al. (1972) den ganzen Versuch über nur nach einem Buchstaben suchen. Außerdem erarbeiteten Gibson et al. (1972) und James & Smith (1970) im Gegensatz zu Krueger (1970) mit getrennten Vpn-Populationen für aussprechbare und unaussprechbare Buchstabenfolgen.

Aus dieser Diskussion wird deutlich, daß die Wahl der *Größe* der Verarbeitungseinheiten von sehr geringen Aufgabendifferenzen abhängen kann. Im Experiment von Gibson et al. (1972)

reicht es völlig aus, wenn sich die Vp auf die Einzelmerkmale konzentriert, die den "target"-Buchstaben "N" von den Kontextbuchstaben unterscheiden. Wahrscheinlich ist dieser Zugang sogar ökonomischer als die Wahl größerer Verarbeitungseinheiten, an die sich dann die zusätzliche Suche nach den Einzelbuchstaben anschließen müßte.

Aus eben diesen Gründen scheint jedoch im Experiment von Biederman et al. (1973) die Wahl rein visueller Merkmale - wobei kleine Verarbeitungseinheiten die Grundlage des Suchens in organisierten *und* unorganisierten Szenen sind und die Variation der Organisation des Kontextes unwirksam werden lassen - unwahrscheinlich zu sein; denn es wird nicht den ganzen Versuch über nach einem einzigen Objekt gesucht (wie das im Experiment von Gibson et al. (1972) der Fall war), sondern die Objekte wechseln von Durchgang zu Durchgang. Hinzu kommt, daß die gleichen Vpn sowohl in organisierten als auch in unorganisierten Szenen suchen.

Das vorläufige Erklärungsmodell (S. 27ff.) soll nun auf der Basis der in Experiment 1 gefundenen neuen Ergebnisse (a - c) ergänzt und gegebenenfalls revidiert werden.

Diese neuen Ergebnisse können nur durch die balancierten Versuchsbedingungen zustande kommen. Am deutlichsten wird dieser Sachverhalt daran, daß nun alle Reaktionszeiten bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes generell höher liegen als bei seinem Vorhandensein. Im Biederman-Experiment, in dem die Szenen keine situativ fernen Objekte enthielten, konnte die Suche bereits beim Feststellen der thematischen Diskrepanz von Suchobjekt und Szene abgebrochen werden; dies ist in Experiment 1 nicht mehr möglich. Auch bei der Suche nach situativ fernen Gegenständen muß die Szene bis zu einem gewissen Grad vollständig durchmustert werden. Damit wird also die generell kürzere Reaktionszeit bei Ja-Reaktionen im Gegensatz zu Nein-Reaktionen vorläufig verständlich: Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene kann die Suche nach dessen Auffinden abgebrochen wer-

den, während bei Nicht-Vorhandensein die Szene vollständig durchmustert werden muß, bevor die Entscheidung getroffen werden kann.

Zur Umkehrung der Wirkung situativer Nähe in Abhängigkeit von der Reaktionskategorie

Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wirkt sich situative Nähe des Suchobjektes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein in der Szene beeinträchtigend aus.

Zunächst soll der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe *bei Nicht-Vorhandensein* des Suchgegenstandes erörtert werden. Hier kommen zunächst zwei Erklärungsmöglichkeiten in Betracht.

a) Situative Nähe des Suchgegenstandes beeinträchtigt den sich an die Entnahme der Informationsstichproben anschließenden Vergleichsprozeß zwischen Stichprobe und Repräsentation des Suchobjektes. Dieser Verarbeitungsprozeß hat in dem bisherigen Modell wenig Beachtung erfahren. Ein Suchgegenstand kann jedoch nur dann aufgefunden werden, wenn die Repräsentation des "gespeicherten" Suchgegenstandes und die Repräsentation von einem oder mehreren Gegenständen aus der Szene miteinander hinsichtlich ihrer Identität verglichen werden können.

Wenn man nun annimmt, daß situative Nähe die Dauer des Vergleichsprozesses zwischen Suchgegenstand und Szenengegenstand stärker verzögert als situative Ferne, so kann dies folgenden Grund haben: Suchgegenstand und die Gegenstände aus der Szene entstammen der gleichen Szenenkategorie. Ein Fahrrad etwa in einer Verkehrsszene wird deswegen schlechter aufgefunden als ein Nashorn, weil eine Verkehrsszene

mitunter noch eine Reihe anderer Zweiräder enthält (Motorrad, Roller etc.), die den Vergleich des Suchobjektes mit den Szenenobjekten erschweren. In konsequenter Fortführung dieser Argumentation würde man also vermuten, daß dem beeinträchtigenden Effekt situativer Nähe der gleiche Mechanismus zugrundeliegt wie dem beeinträchtigenden Effekt *kategorialer Nähe*. Beim visuellen Suchen wird regelmäßig gefunden, daß die Suche nach einem Gegenstand aus der gleichen Kategorie erheblich verzögert ist gegenüber der Suche nach einem Gegenstand aus einer anderen Kategorie. Die Suche nach einem Politiker unter anderen Politikern ist schwerer als die Suche nach einem Filmschauspieler unter Politikern (Bruce 1979). Diese Wirkung kategorialer Nähe tritt auch dann auf, wenn die Faktoren visuelle Ähnlichkeit und Vertrautheit kontrolliert worden sind. In der Literatur zum visuellen Suchen wird dieser eher stabile Befund (Jonides & Gleitman 1976; Henderson & Chard 1978; Brand 1971; Schneider 1981) unterschiedlich interpretiert.[1)]

[1)] *Posner & Snyder (1975) unterscheiden auf einem relativ allgemeinen Niveau zwischen* automatischer und kontrollierter *Suche (vgl. auch Schneider & Shiffrin 1977; Neely 1977) und führen die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe auf das Erfordernis kontrollierter Suche zurück. Etwas genauer läßt sich dieses "Zweikomponentenmodell" der Verarbeitung wie folgt beschreiben: Die erste Komponente besteht in der sich automatisch ausbreitenden Erregung (automatic spreading-activation), während die zweite durch die kapazitätsbegrenzte Aufmerksamkeitszuwendung gebildet wird. Beide Komponenten werden immer im gemeinsamen Zusammenspiel wirksam, wobei Zeitpunkt und Geschwindigkeit des Wirksamwerdens unterschiedlich sind. Die erste Komponente wird zu Beginn des Verarbeitungsprozesses und schnell wirksam, und die Aktivierung nimmt mit zunehmendem Abstand vom Reizereignis ab. Dagegen tritt die zweite Komponente später im Verarbeitungsprozeß und langsamer in Kraft. Innerhalb dieses Grundmodells kann man zwischen automatischer Suche (schnell, parallel, strategieunabhängig, alternativunabhängig, kapazitätsfrei) und kontrollierter Suche (langsam, seriell, kapazitätsbegrenzt, variabel) unterscheiden. Demnach würde der beeinträchtigenden Wirkung situativer Nähe ein kapazitätsbegrenzter Vergleichsprozeß zugrundeliegen, während die*

Unabhängig davon, ob man davon ausgeht, daß bei einem "horse race"-Entscheidungsvorgang die semantische Kodierung im Falle kategorialer Ferne eine größere Wahrscheinlichkeit besitzt, den Vergleichsprozeß zwischen Suchreizrepräsentation und Repräsentation der Reizgrundlage zu beenden als im Falle kategorialer Nähe, oder ob man davon ausgeht, daß die semantische Verarbeitung zurückgekoppelt die "Featureanalyse" beeinflußt - wobei die "Featureanalysatoren" bei kategorialer Nähe mehr Informationen benötigen, um beim Vergleichsprozeß die Entscheidung: "Suchreiz und Vergleichsreiz sind verschieden" treffen zu können -, in jedem Fall muß bei kategorialer Nähe genauer und länger (kontrollierter, im Sinne von Shiffrin & Schneider 1977) verglichen werden, bevor die Entscheidung getroffen werden kann.

Wenn man nun annimmt, daß der beeinträchtigende Effekt kategorialer und situativer Nähe darauf beruht, daß der schwierige Vergleichsprozeß zur zusätzlichen Informationsaufnahme führt, so kann diese Informationsaufnahme unterschiedlich beschaffen sein: Sie kann darin bestehen, daß mehr Information über den jeweiligen Vergleichspartner eingeholt wird (Erhöhung der Fixationsdauer) oder daß die Zahl der Verarbeitungseinheiten, die durchmustert werden, erhöht wird (Erhöhung der Anzahl der Fixationen). Diese Frage kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht geklärt werden, sie wird jedoch in Nachfolgeuntersuchungen (anhand von Augenbewegungsuntersuchungen, S. 258ff.) beantwortet werden.

Fortsetzung von Anm. 1) S. 51:

förderliche Wirkung durch automatische Erregungsausbreitung (kapazitätsfrei) bei der kontinuierlich fortschreitenden Bildung der Szenenrepräsentation zustande käme. Jonides & Gleitman (1976) und Henderson & Chard (1978) betonen das Zusammenspiel unterschiedlicher Kodierungsformen: Speziell das Zusammenwirken zwischen semantischer Analyse und "Featureanalyse" soll den Effekt kategorialer Nähe erklären.

Es können jedoch bereits an dieser Stelle andere Überlegungen angeführt werden, die den Erklärungsansatz a) als unplausibel erscheinen lassen.

Die Ergebnisse von Experiment 1 haben auch einen förderlichen Effekt situativer Nähe zutage gebracht, nämlich in den Fällen, wo der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist. Ein förderlicher Effekt *kategorialer Nähe* ist aber bislang selbst bei extrem abbruchfähiger Suche nie gefunden worden. Kategoriale Nähe wirkt sich stets beeinträchtigend aus. Auch die diskutierten Modellvorstellungen könnten einen förderlichen Effekt nicht erklären.

Zweitens kann man bereits aufgrund rein deskriptiver Erwägungen bemerken, daß eine Szene, im Gegensatz zu einer homogenen Kategorie, Gegenstände aus unterschiedlichen Kategorien enthalten kann. In einer Verkehrsszene können sich neben Fahrzeugen auch Hunde, Häuser, Bäume etc. befinden.

Ein dritter Widerspruch ergibt sich, wenn man die angenommene Erklärung konsequent zu Ende denkt. Nimmt man an, daß im Anschluß an die Entnahme der Informationsstichproben ein Vergleichsprozeß stattfindet, der im Falle situativer Nähe länger als im Falle situativer Ferne dauert, und nimmt man außerdem zur Erklärung der "Organisationsunterschiede" an, daß in organisierten Szenen größere Stichproben als in unorganisierten Szenen entnommen werden, so müßte man erwarten, daß sich die Faktoren "Organisation" und "situative Nähe" gegenseitig verstärken; in unorganisierten Szenen sollte sich situative Nähe also in besonders starkem Maße störend auswirken, da hier aufgrund der geringeren Stichprobengröße mehr Informationsstichproben als in organisierten Szenen entnommen werden müssen und der durch situative Nähe erschwerte Vergleichsprozeß die Reaktionszeiten zunehmend erhöhen würde. Tatsächlich jedoch zeigt sich in

den Daten ein annähernd paralleler Verlauf der Reaktionszeitfunktionen (Abb. 3, S. 45: Nein-Reaktion). Eine sich andeutende Interaktion liegt eher in umgekehrter Richtung.

Diese dritte Oberlegung soll zugleich Grundlage für eine andere Erklärungsmöglichkeit der beeinträchtigenden Wirkung situativer Nähe sein.

b) Situative Nähe des Suchgegenstandes beeinflußt das "Abbruchkriterium" der Versuchsperson. Im Falle situativer Nähe durchmustert die Versuchsperson die Szene *vollständiger* als im Falle situativer Ferne, weil sie den Gegenstand in der Szene *erwartet*.

Prinzipiell könnten sich Erwartungen bezüglich der zur Diskussion stehenden Aufgabensituation mindestens in zweifacher Weise auswirken: Sie können die Identifikationsdauer erhöhen, so daß die entnommenen Informationsstichproben intensiver geprüft werden; für diesen Fall würde der in Erklärungsansatz a) angenommene Mechanismus (allerdings aufgrund einer anderen Ursache) in Kraft treten und der dort geäußerte erste bzw. dritte Einwand blieben bestehen.

Oder die Erwartungen erhöhen die Zahl der entnommenen Informationsstichproben.[1)]

Akzeptiert man die einfache Erklärung, daß situative Nähe

[1)] *Es ist durchaus möglich, daß die Erhöhung der Zahl der Informationsstichproben in der ontogenetischen Entwicklung durch eine erhöhte Identifikationsdauer abgelöst wird. Im übrigen läßt sich eine Entscheidung zwischen den Alternativen nicht nur aufgrund von Augenbewegungsuntersuchungen, sondern auch mithilfe einer Fehlerauswertung nach der Signalentdeckungstheorie (Berechnung der Sensitivität und des Kriteriums) erreichen (vgl. S. 251ff.).*

des Suchgegenstandes die Zahl der entnommenen Informationsstichproben erhöht, so ist zunächst auch das Problem, daß Unorganisiertheit und situative Nähe sich nicht multiplikativ verstärken (Abb. 3, S. 45) gelöst.

Man kann sich diesen Sachverhalt an einem kleinen Rechenbeispiel verdeutlichen: Wenn in organisierten Szenen vier Informationsstichproben und in unorganisierten Szenen sechs Informationsstichproben entnommen werden und situative Nähe die Zahl der Informationsstichproben jeweils um zwei erhöht, so entfallen auf die Bedingungen "Organisiert/nah" sechs, "Unorganisiert/nah" acht, "Organisiert/fern" vier und "Unorganisiert/fern" sechs Informationsstichproben.

Zur Erklärung der additiven (und nicht multiplikativen) Kombination der Faktoren darf man also *nicht* annehmen, daß situative Nähe einen der Entnahme der Informationsstichproben folgenden Anschlußprozesse beeinträchtigt;[1)] statt dessen führt situative Nähe zur wiederholten Durchführung auch sonst ablaufender Prozesse.

Die Konsequenzen dieser Oberlegungen für die Prozesse, die sich an die Entnahme der Informationsstichproben anschließen, sind jedoch nach wie vor ungeklärt: Entweder die Entnahme der Informationsstichprobe und der Vergleichsprozeß

---

1) Neben dem Vergleichsprozeß könnten prinzipiell noch andere Anschlußprozesse durch den Faktor "situative Nähe" betroffen sein, z.B. die Bereitstellung der Reaktionskategorie "Suchgegenstand vorhanden". Diese Überlegung besäße insofern sogar eine große Plausibilität als in einer Reihe experimenteller Paradigmata - z.B. im klassischen Wahlreaktionszeitexperiment - nachgewiesen werden kann, daß Erwartungen die Bereitstellung motorischer Reaktionskategorien verändern können (Sanders 1970; Reinert 1976). Diese theoretische Möglichkeit wird genauer auf S. 417f. diskutiert.

sind identisch - der Vergleich von Suchgegenstand und Szenengegenstand besteht darin, daß eine Stichprobe unterschiedlicher Größe (für organisierte und unorganisierte Szenen) entnommen wird - oder es schließt sich an die Entnahme der Informationsstichprobe ein Vergleichsprozeß an, der allerdings für situativ nahe und situativ ferne Suchobjekte gleich beschaffen ist.

Außerdem bleibt weiterhin erklärungsbedürftig, wie es zustandekommt, daß situative Nähe sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes förderlich auswirken kann. Dieses Problem soll im nächsten Abschnitt im Zusammenhang mit der dreifachen Interaktion der Faktoren behandelt werden.

Zur dreifachen Interaktion der Faktoren

Bei der förderlichen Wirkung situativer Nähe kann man zwischen einem allgemeinen Förderungseffekt, der sowohl bei organisierten als auch bei unorganisierten Szenen zu verzeichnen ist und einem speziellen Förderungseffekt unterscheiden, der sich nur bei der Verarbeitung organisierter Szenen feststellen läßt.

Dieser Sachverhalt wird im unteren Teil der Abbildung 4 bei den Reaktionszeiten für die "Ja-Reaktionen" deutlich. Aus dieser Abbildung wird auch die Vermutung nahegelegt, daß die gefundene 3-fache Interaktion der Faktoren hauptsächlich auf die Interaktion bei den "Ja-Reaktionen" zurückgeht, während die Funktionen bei den "Nein-Reaktionen" annähernd parallelen Verlauf haben. Im übrigen liegt die sich schwach andeutende Interaktion der "Nein-Reaktionen" in entgegengesetzter Richtung zur Interaktion, die Biederman et al. (1973) gefunden haben und konnte sich in einem anschließenden Experiment nicht bestätigen. Betrachtet man also nur die Interaktion der Faktoren bei den "Ja-Reaktio-

nen", so decken sich die Ergebnisse recht gut mit den Befunden aus der Literatur zur Erkennungsschwellensenkung für in den Kontext hineinpassende Objekte und zur Suchzeitverkürzung aufgrund von Lokalisationsinformationen (s.S. 35f.).

Wie kann man sich diese unterschiedlichen Förderungseffekte in organisierten und unorganisierten Szenen erklären?

Ein mit den Befunden zur Erkennungsschwellensenkung und Suchzeitverkürzung aufgrund von Lokalisationsinformation kompatibler Erklärungsansatz könnte besagen, daß in organisierten Szenen spezifische, konkrete Schemata aktiviert werden, die Lokalisationsinformationen enthalten, während in unorganisierten Szenen die aktivierten Schemata diffuser Art sind und keine Lokalisiationshinweise enthalten. In diesem Zusammenhang bieten sich die theoretischen Vorstellungen von Neisser (1976) an, die eine Abkehr vom linearen Informationsverarbeitungsmodell, in dem die Information über eine Reihe von Verarbeitungsstufen in Richtung "output" fließt, implizieren.

Das neue Modell, das Neisser vorschlägt, geht von der Annahme eines Wahrnehmungszyklusses aus: Die aus der vorhandenen Umgebung einfließenden Informationen modifizieren die Umweltschemata, diese wiederum lenken das Wahrnehmungs- und Explorationsverhalten; das Wahrnehmungsverhalten seinerseits führt zu einer bestimmten Auswahl einer Stichprobe aus der Umwelt. An dieser Stelle schließt sich der Kreis und der Wahrnehmungszyklus beginnt erneut. In diesem Modell hat das Schema eine doppelte Funktion: Es dient als modifizierbarer Bezugsrahmen zur inhaltlichen Interpretation von Umweltinformationen und als modifizierbarer Plan zur Steuerung von Wahrnehmungs- und Handlungsaktivitäten. Bei der Steuerung des Explorationsverhaltens und bei der konkreten

Wahrnehmung spezifischer Umweltsituationen wird das Schema - ähnlich wie bei Smith, Balzano und Walker (1978), die von "instantiation" sprechen - ausgefüllt.

Aus dieser Sicht werden bei der Verarbeitung unorganisierter Szenen nur recht diffuse Schemata aktiviert, die ein gezieltes Explorationsverhalten (das zielgerichtete Aufsuchen bestimmter Lokalisationen) nicht möglich machen.

Das in der Diskussion skizzierte Arbeitsmodell wird in nachfolgenden Untersuchungen weiterhin auf seine Gültigkeit überprüft werden. Dabei muß sich zeigen, welche Modifikationen der zugrundeliegenden Annahmen oder des gesamten Modells notwendig sind. Insbesondere stellt sich die Frage nach der Beteiligung visueller und semantischer Kodierungen beim Suchprozeß. Es ist naheliegend anzunehmen, daß bei visueller Vorgabe des Suchobjektes die einzelnen experimentellen Bedingungen in unterschiedlichem Ausmaße von den vorhandenen visuellen Merkmalen profitieren. Die Bedeutung der visuellen Merkmale bei der Suche kann deutlich werden, wenn man die Ergebnisse des vorliegenden Experimentes mit den Ergebnissen eines Experimentes vergleicht, bei dem der Suchgegenstand mit Hilfe eines Begriffes vorgegeben wird.

2. EXPERIMENT 2

A. Einleitung

Im Experiment von Biederman et al. (1973) und in Experiment 1 hat sich gezeigt, welche zentrale Rolle der differentiellen Abbruchfähigkeit der Suche zukommt. Die Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist, unterscheiden sich von den Bedingungen, in denen er nicht vorhanden ist, grundsätzlich dadurch, daß im ersten Fall der Suchgegenstand auch aufgrund rein visueller Merkmale aufgefunden werden kann, während im letzteren Fall auch die "Bedeutung" entschlüsselt werden muß. Bei visueller Vorgabe des Suchgegenstandes kann dieser bei Vorhandensein in der Szene bereits aufgrund spezifischer visueller Merkmale entdeckt werden, z.B. kann eine visuell vorgegebene Blume bereits aufgrund ihrer Rundheit, Größe oder dgl. entdeckt werden, wenn sie in der Szene vorhanden ist, während die rein begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes "Blume" eine Vielzahl konkreter Ausprägungen zuläßt. Es stellt sich also die Frage, inwieweit sich die Abbruchfähigkeit der Suche verändert, wenn der Suchgegenstand nicht visuell, sondern begrifflich dargeboten wird.

Wie bereits auf S. 48 anhand eines Experimentes von Gibson et al. (1972) ausgeführt worden ist, kann u.U. ein rein auf visueller Basis beruhendes Suchen die üblicherweise durch die Organisation des Kontextes entstehende Suchverbesserung beseitigen. Ebenso könnte die beeinträchtigende Wirkung situativer Ferne des Suchgegenstandes beseitigt werden. Daß dies im vorliegenden Untersuchungsansatz nicht der Fall ist, hat bereits Experiment 1 gezeigt, in dem nach einem bildhaft vorgegebenen Gegenstand gesucht werden sollte und in dem sich aber dennoch massive Effekte der Organisation und der situativen Nähe eingestellt haben. Es ist

trotzdem wahrscheinlich, daß in Experiment 1 die Suche aufgrund visueller Merkmale frühzeitiger abgebrochen werden konnte als bei verbaler Vorgabe des Suchgegenstandes möglich wäre. Daher sollte ein zweites Experiment durchgeführt werden, in dem der Suchgegenstand verbal vorgegeben wird. Die Differenz zwischen den Ergebnissen beider Experimente könnte die Rolle der Bildkodierung des visuell dargebotenen Suchgegenstandes für die Abbruchfähigkeit der Suche deutlich werden lassen.

Generell könnte man diese Fragestellung den Forschungsansätzen zuordnen, die zeigen, daß eine "same-different"-Entscheidung, oder eine Klassifikation (wahr-falsch, gleiche-verschiedene Kategorie) um so schneller durchzuführen ist, je größer die *Übereinstimmung* der Vergleichspartner miteinander ist: Zwei Bilder werden schneller verglichen als ein Bild und eine konkrete Bezeichnung für das Bild. Der letztere Fall ist wiederum schneller als der Vergleich von einem Bild und einem Oberbegriff (Smith et al. 1978).

Formuliert man das Problem als "zunehmende Reaktionszeitverkürzung mit zunehmender Obereinstimmung der Vergleichspartner" so kann man aus dem Bereich der Suchexperimente alle die Untersuchungen dem Problembereich zuordnen, die nachweisen, daß die Suche langsamer vonstattengeht, wenn lediglich die Kategorie des Suchobjektes bekannt ist, als wenn das konkrete "target" selber vorgegeben wird (Neisser & Beller 1965; Lively & Sanford 1972; Karlin & Bower 1976).

Für die gegenwärtige Fragestellung unmittelbar relevant sind die Untersuchungsergebnisse von Potter (1976), Paivio & Begg (1974). Hier zeigt sich, daß eine verbale Vorgabe des Suchgegenstandes die Suchzeiten gegenüber einer bildhaften Vorgabe generell erhöht.

B. Experiment

Experiment 1 und 2 waren hinsichtlich ihres Versuchsplanes und der experimentellen Variablen völlig identisch. Die Versuchsbedingungen, das Reizmaterial, die technischen Geräte und die Räumlichkeiten sind bei der Darstellung von Experiment 1 (S. 36ff.) genauer beschrieben worden. Der entscheidende Unterschied zwischen beiden Experimenten lag darin, daß in Experiment 1 nach einem visuell dargebotenen Suchgegenstand gesucht werden sollte, während in Experiment 2 der Suchgegenstand durch einen entsprechenden *Begriff* angegeben worden ist.

Der Versuchsablauf läßt sich folgendermaßen beschreiben: Zunächst wurde für 3 Sekunden das Wort dargeboten, das den Suchgegenstand bezeichnete. Es folgte ein Intervall von 5 Sekunden. Darauf erschien die Szene, in der der Suchgegenstand aufgefunden werden sollte.

Der Versuch wurde mit 19 Psychologiestudentinnen und -studenten der ersten vier Semester im Rahmen ihrer Pflichttätigkeit als Versuchsperson durchgeführt.

C. Befunde

In der varianzanalytischen Ergebnistabelle von Experiment 2 werden folgende Faktoren und deren Interaktionen bedeutsam (Tabelle 4).

1) Ein genereller Effekt der Organisation: In organisierten Szenen wird generell schneller als in unorganisierten gesucht.

2) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wird die Suche generell früher abgebrochen als bei seinem Nicht-Vorhandensein.

3) Nähe und Organisation interagieren in der Weise miteinander, daß sich bei der Suche nach situativ nahen Suchobjekten die Unorganisiertheit der Suchszene stärker beeinträchtigend auswirkt als bei der Suche nach situativ fernen Suchobjekten oder umgekehrt formuliert, daß sich bei der Suche nach situativ nahen Suchobjekten die Organisiertheit der Szene besonders förderlich erweist (vgl. Abb. 6, S. 66).

4) Nähe und Reaktionskategorie interagieren miteinander: Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wirkt sich Nähe förderlich, beim Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus.

5) Es gibt eine dreifache Interaktion zwischen Nähe, Organisation und Reaktionskategorie.

Aus den Ergebnissen einer vierfaktoriellen Varianzanalyse (Tab. 5), in der Experiment 1 mit Experiment 2 verglichen wird, kann man ersehen:

a) Bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes wird generell schneller gesucht als bei nur begrifflicher Vorgabe ($F(1,36) = 3{,}92$, $p = .052$).

b) Unorganisiertheit der Suchszene wirkt sich bei begrifflicher Vorgabe des Suchgegentandes stärker aus als bei bildhafter ($F(1,36) = 6{,}87$, $p < .05$).

c) Die begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes erschwert vor allem die Suche nach situativ nahen Suchobjekten in unorganisierten Szenen (Abb. 6). Daraus resultiert eine Interaktion zwischen den Variablen "Nähe" und "Organisation", die bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes nicht zu beobachten ist ($F(1,36) = 3{,}95$, $p = .052$).

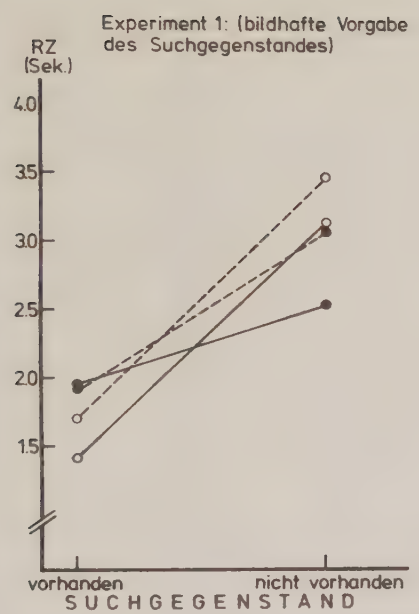
Tab. 4: 3-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 5b dargestellten Reaktionszeiten. Es bedeuten:
1 = situative Nähe/Ferne des Suchobjetes;
2 = organisierte/unorganisierte Suchszene;
3 = Ja-/Nein-Reaktionen.
Daten von 19 Vpn

Source	SS	DF	F	P
Subj.	101963123.0625			
1	52504.1118 2079014.7632	1. 18.	0.4546	0.5151
2	12297797.5329 5252502.3421	1. 18.	42.1438	0.0000
3	82286280.0596 40028089.3154	1. 18.	37.0028	0.0001
12	970081.9013 2267086.4737	1. 18.	7.7022	0.0120
13	10319447.5329 2158077.3421	1. 18.	86.0720	0.0
23	113688.4803 3158991.3947	1. 18.	0.6478	0.5632
123	737119.9013 1899710.4737	1. 18.	6.9343	0.0158

d) Unorganisiertheit der Suchszene wirkt sich bei begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes (Experiment 2) unabhängig von der Reaktionskategorie (Vorhandensein/Nichtvorhandensein des Suchgegenstandes) gleich stark beeinträchtigend aus. Das ist in Experiment 1 (bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes) nicht der Fall: hier wirkt sich Unorganisiertheit bei Ja-Reaktionen schwächer als bei Nein-Reaktionen aus ($F(1,36) = 5{,}73$, $p < .05$).

Tab. 5: 4-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 5a/5b dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
2 = organisierte/unorganisierte Suchszene;
3 = Ja-/Nein-Reaktionen;
4 = Experiment 1 (bildhaft vorgegebener Suchgegenstand)
Experiment 2 (begrifflich vorgegebener Suchgegenstand)
Daten von 38 Vpn. In die beiden Experimente gingen unabhängige Stichproben ein.

Source	SS	DF	F	P
1	173619,1612 4685804.2764	1. 36.	1.3339	0.2546
2	13780676.3980 8149197.9605	1. 36.	60.8777	0.0000
3	146757601.4502 68411213.7764	1. 36.	77.2282	0.0000
4	21551872.5293 198173974.7031	1. 36.	3.9150	0.0527
12	659464.7401 3075996.6974	1. 36.	7.7181	0.0085
13	16989689.7666 4354778.0921	1. 36.	140.4501	0.0000
14	8579.6875 4685804.2764	1. 36.	0.0659	0.7944
23	144813.2401 4615533.1447	1. 36.	1.1295	0.2952
24	1555411.2664 8149197.9605	1. 36.	6.8712	0.0123
34	510122.3980 68411213.7764	1. 36.	0.2684	0.6135
123	1456604.7664 2917130.3027	1. 36.	17.9758	0.0003
124	337355.6875 3075996.6974	1. 36.	3.9483	0.0517
134	177367.2664 4354778.0921	1. 36.	1.4663	0.2320
234	735107.2401 4615533.1447	1. 36.	5.7337	0.0208
1234	53.0559 2917130.3027	1. 36.	0,0007	0,9779



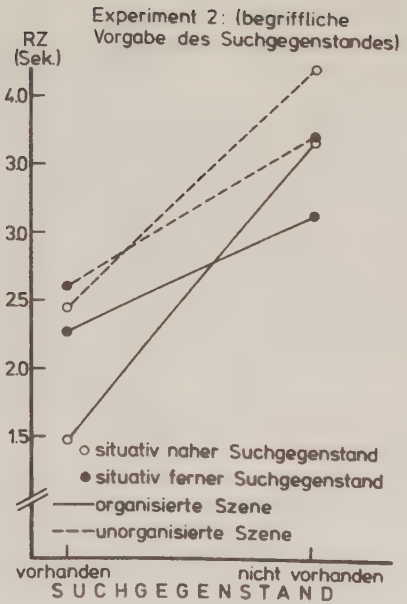


Abb. 5a/5b: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 1 (bildhafte Vorgabe des Suchgegenstandes) und Experiment 2 (begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes) in Abhängigkeit vom Vorhandensein und Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Objekt. In der Hälfte der Fälle wurde die Suchszene in organisierter, in der anderen Hälfte in unorganisierter Form dargeboten. Daten von je 19 Vpn.

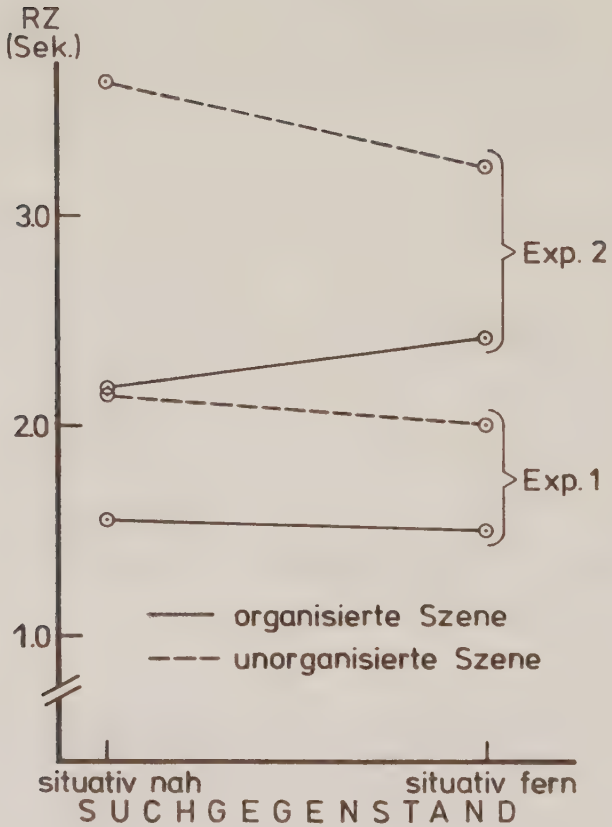


Abb. 6: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 1 (bildhafte Vorgabe des Suchgegenstandes) und Experiment 2 (begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes) in Abhängigkeit von der situativen Nähe/Ferne des Suchobjektes und der Organisation der Szene (organisiert vs. unorganisiert). Daten von 38 Vpn.

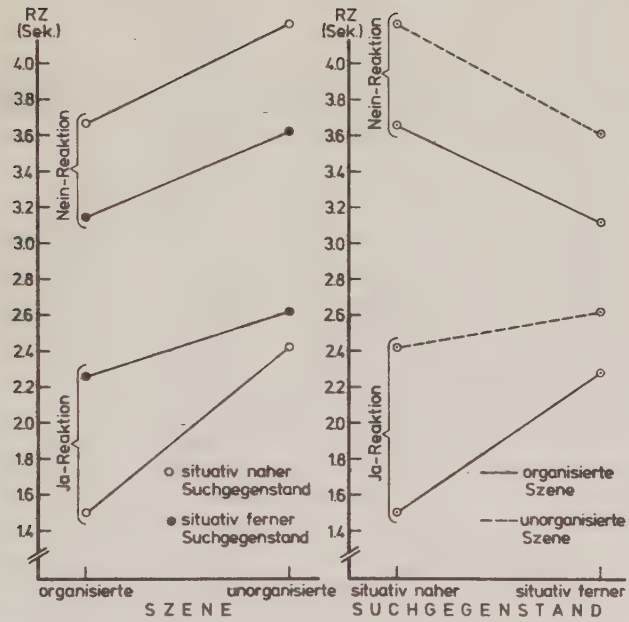


Abb. 7a/7b: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 2 in Abhängigkeit von der Organisation der Suchszene (organisiert vs. unorganisiert), der situativen Nähe der Suchobjekte (situativ nah vs. situativ fern) und der Reaktionskategorie (Ja- vs. Nein-Reaktion). Daten von 19 Vpn.

Die Differenz von Experiment 2 (begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes) gegenüber Experiment 1 (visuelle Vorgabe des Suchgegenstandes) lassen sich in ihrem wesentlichen Punkt folgendermaßen zusammenfassen: Durch visuelle Vorgabe des Suchgegenstandes wird die Reaktionszeit hauptsäch-

lich bei der Suche nach situativ nahen Suchgegenständen in unorganisierten Szenen verkürzt. Dieser Sachverhalt läßt sich auch der Tabelle der absoluten Reaktionszeitdifferenzen zwischen Experiment 1 und 2 entnehmen (Tab. 6).

Tab. 6: Reaktionszeitdifferenzen (RZ-diff.) in Millisekunden (msec.) aus Experiment 1 und 2 für die einzelnen Bedingungen der Experimente (S.G. = Suchgegenstand)

		S.G.	RZ-diff. Exp. 2-1 in msec.
Suchgegenstand vorhanden	organisierte Szene	nah	80
		fern	330
	unorganisierte Szene	nah	710
		fern	680
Suchgegenstand nicht vorhanden	organisierte Szene	nah	540
		fern	590
	unorganisierte Szene	nah	770
		fern	560

Bemerkenswert ist außerdem, daß in einer Versuchsbedingung - nämlich bei der Suche nach situativ nahen, vorhandenen Objekten in organisierten Szenen - die Zeiten durch die begriffliche Vorgabe des Gegenstandes kaum verlängert werden.

In Tabelle 7 sind die Fehler für die einzelnen experimentellen Bedingungen aufgetragen. Sie liegen generell höher als in Experiment 1. Eine detaillierte Fehleranalyse erfolgt auf S. 241ff.

Tab. 7: Fehlerhäufigkeit in Prozent (%) für die experimentellen Bedingungen von Experiment 2. Daten von 19 Vpn

organisierte Szene	situativ naher Suchgegenstand	vorhanden	6,4
		nicht vorhanden	17,5
	situativ ferner Suchgegenstand	vorhanden	28.7
		nicht vorhanden	2,9
unorganisierte Szene	situativ naher Suchgegenstand	vorhanden	25,1
		nicht vorhanden	7,6
	situativ ferner Suchgegenstand	vorhanden	39,8
		nicht vorhanden	1,8

D. Diskussion

Die Interpretation der Ergebnisse muß in zweifacher Weise erfolgen. Die in den Einzelexperimenten gefundenen, voneinander abweichenden Ergebnisse (S.41/46f) sind ebenso erklärungsbedürftig wie die Interaktionen, die in der vierfachen Varianzanalyse (S. 62f.) sichtbar werden.

In Experiment 2 ist eine Interaktion der Faktoren "situative Nähe und Organisation" gefunden worden, die in Experiment 1 fehlt; dagegen kann in Experiment 1 im Gegensatz zu Experiment 2 eine Interaktion von "Organisation und Reaktionskategorie" festgestellt werden.

Beide Abweichungen treten jedoch auch in der vierfachen Varianzanalyse (vgl. Befunde c) und d), S.62f.) zutage, so daß sich die Diskussion auf die Befunde a) bis d) (S. 62f.) beschränken kann.

Zur generell schnelleren Suche bei bildhafter im Vergleich zu begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes

In der Einleitung ist dieses erwartete Ergebnis mit recht unspezifischen Umschreibungen versehen worden: Bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes läge eine größere "Übereinstimmung" der Vergleichspartner (Suchgegenstand und Szenenobjekt) vor, die Suche könne aufgrund visueller Merkmale eher abgebrochen werden etc. Diese Formulierungen mögen zwar zur Deskription genügen, geben jedoch wenig Aufschluß über die zugrundeliegenden Funktionsprozesse.

Zur Erklärung der Befunde von Experiment 1 ist ein Modell formuliert worden, wonach zunächst eine ganzheitliche Repräsentation der Szene gebildet wird und im Anschluß daran die Entnahme einzelner Informationsstichproben erfolgt.

Wenn man sich nun überlegt, welcher dieser beiden Prozesse durch die bildhafte bzw. begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes beeinflußt wird, so erscheint es recht unwahrscheinlich, daß dies die Repräsentation der Szene ist. Wollte man diese Ansicht ernsthaft vertreten, so müßte man annehmen, daß sich die Beschaffenheit der Welt bzw. des Bildes bei jeweils wechselndem Suchgegenstand verändert.[1)]

[1)] *Damit wäre freilich nicht ausgeschlossen, daß die Beschaffenheit des Suchgegenstandes* indirekt *die Repräsentation der Szene beeinflussen könnte, wenn der Suchgegenstand z.B. aufgrund seiner Größe, Farbe oder dgl. so beschaffen ist, daß die Suche abgebrochen werden kann, noch bevor die Szene vollständig repräsentiert ist. Mit solchen Extremfällen ist allerdings in Experiment 2 nicht zu rechnen; sie wären jedoch schnell erzeugbar, wenn innerhalb der*

Im vorliegenden Fall ist es wahrscheinlicher, daß sich die bildhafte bzw. begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes auf den zweiten Prozeß - die Entnahme der Informationsstichproben - auswirkt. In diesem Zusammenhang ist insbesondere an die Veränderung der *Größe* der Informationsstichproben zu denken. Bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes kann die Versuchsperson aufgrund der Kenntnis der visuellen Merkmale des Gegenstandes größere Informationsstichproben erheben als bei lediglich begrifflicher Vorgabe. Man kann diesen Sachverhalt als unterschiedlich großen Entdeckungsabstand bezeichnen. Bei bildhaft vorgegebenen Suchgegenständen ist eine Entdeckung auch in peripherer gelegenen Bereichen möglich.

Damit wäre der Befund in die Literatur zur Größe des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes einzuordnen (Bouma 1978). Es ist z.B. bekannt, daß die visuelle Ähnlichkeit zwischen dem "target" und den Kontextelementen die Größe des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes reduziert (Engel 1971). Ikeda & Takeuchi (1975) haben ihre Versuchspersonen aufgefordert, ein Quadrat zu fixieren, in dessen Innerem Buchstaben, Zahlen, Ortsnamen, Verkehrszeichen etc. dargeboten wurden, die identifiziert werden sollten. Gleichzeitig wurden in der Peripherie ein "target" (Stern) und andere Hintergrundfiguren gezeigt. Die Position des "targets" sollte ebenfalls angegeben werden. Die Expositionszeit der Reize betrug 250 Millisekunden. Die Autoren fanden, daß das funktionale visuelle Gesichtsfeld (gemessen an der Genauigkeit der Positionsangabe für das "target") abnahm, je schwieri-

---

Fortsetzung von Anm. 1) S.70:

*schwarzweißen Strichzeichnungen nach einem farbigen Objekt gesucht würde. In diesem Fall wäre eine Farb*detektion *zur Aufgabenlösung ausreichend.*

ger die im Zentrum dargebotenen Figuren zu erkennen waren.[1)]

Schaut man sich unter diesem theoretischen Gesichtspunkt - der Reduktion der Größe der Informationsstichprobe bei begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes - noch einmal die Ergebnisse von Experiment 2 an, so muß man feststellen, daß die Größe keineswegs nur bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene reduziert ist. Nicht nur wenn der Suchgegenstand faktisch entdeckt werden kann (wie dies einleitend vermutet worden ist), sondern auch wenn der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden ist, verringert sich die Größe der Informationsstichprobe.

Diese geringere Größe der Informationsstichprobe hat zur Folge, daß die *Zahl* der Informationsstichproben insgesamt erhöht werden muß, um die gleiche Güte der Verarbeitungsleistung zu erzielen wie in Experiment 1.

Unorganisiertheit der Suchszene wirkt sich bei begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes beeinträchtigender als bei bildhafter Vorgabe aus

Im theoretischen Modell war angenommen worden, daß in unorganisierten Szenen kleinere Informationsstichproben erhoben werden als in organisierten.

Diese Annahme kann die in Experiment 1 aufgetretene Interaktion von "Organisation und Reaktionskategorie" erklären. Sie wird außerdem durch ein Experiment von Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy (1974) bestätigt. In diesem Experi-

---

[1)] *Die Autoren interpretieren diesen Befund mit dem für die Verarbeitungsprozesse weniger aufschlußreichen Begriff der "Belastung".*

ment wurde die Erkennungsleistung für Einzelobjekte in organisierten und unorganisierten Szenen gemessen. Nachdem die Szene für eine bestimmte Dauer (100 msec. bis 3 Sekunden) dargeboten worden war, erschien ein kombinierter Maskier- und Hinweisreiz. Der Hinweisreiz bezeichnete die Stelle in der Szene, wo sich das zu erkennende Objekt befand. Die Autoren konnten in diesem Experiment bessere Erkennungsleistungen für Objekte in organisierten Szenen feststellen (vor allem bei kurzer Darbietungsdauer der Szene). Da die Position des zu erkennenden Objektes nicht vorhersehbar war, muß man davon ausgehen, daß die Fixationsstelle um einen bestimmten Betrag entfernt von der Objektposition lag. So gesehen ist das Ergebnis des Experimentes ein direkter Nachweis für die unterschiedliche Größe der Informationsstichprobe (oder des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes)[1] in organisierten und unorganisierten Szenen; in unorganisierten Szenen können Objekte nur bei relativ kleinem Entdeckungsabstand erkannt werden, während in organisierten Szenen auch weitere Entdeckungsabstände möglich sind.

Wenn nun in unorganisierten Szenen kleinere Informationsstichproben erhoben werden müssen und die begriffliche (im Gegensatz zur bildhaften) Vorgabe die Größe der Informationsstichproben noch zusätzlich reduziert, dann wird die aufgetretene Interaktion verständlich: Unorganisiertheit der Szene wirkt sich in Experiment 1 weniger beeinträchtigend als in Experiment 2 aus (Abb. 6, S. 66)

---

[1] *Die Begriffe "Größe der Informationsstichprobe" und "funktionales visuelles Gesichtsfeld" sind nicht synonym. Informationsstichproben können sowohl in anderen (als der visuellen) Sinnesmodalität, als auch in anderen Aufgabentypen erhoben werden und haben dann jeweils eine andere Funktion als die der "Entdeckung".*

Diese Interaktion kommt also dadurch zustande, daß die begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes die Größe *jeder* Informationsstichprobe reduziert, so daß sich der Gesamteffekt kumulativ verstärkt, da in unorganisierten Szenen ohnehin schon mehr Informationsstichproben erhoben werden müssen.[1)]

Die Daten von Experiment 1 und 2 zeigen jedoch ein Befundmuster, das mit dieser Interpretation nicht ohne weiteres vereinbar ist: Die Unorganisiertheit der Szene wirkt sich in Experiment 1 interaktiv zur Reaktionskategorie, in Experiment 2 dagegen additiv dazu aus. Auf diesen Widerspruch wird auf S. 76 ff. näher eingegangen. Zunächst soll jedoch der dritte Hauptbefund diskutiert werden.

Zur Interaktion von "situativer Nähe" und "Organisation" bei begrifflicher, nicht aber bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes

Unorganisiertheit der Szene erweist sich in Experiment 1 nicht jedoch in Experiment 2 als additiver Faktor zur situativen Nähe (Abb. 6, S. 66).

Um diese Interaktion zwischen "situativer Nähe" und "Organisation" differenzierter zu verstehen, kann man sich die Aufschlüsselung der Verhältnisse in Abb. 7b (S. 67) und

---

[1)] *Nimmt man z.B. an, daß in organisierten Szenen vier und in unorganisierten Szenen sechs Informationsstichproben erhoben werden und daß die begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes jede Informationsstichprobe um die Hälfte reduziert, so müssen in der organisierten Szene nun acht und in der unorganisierten zwölf Stichproben erhoben werden, wenn gleiche Vollständigkeit gewährleistet sein soll: die Differenz zwischen den Bedingungen vergrößert sich.*

Abb. 4 (S. 46) anschauen. Aus diesen Abbildungen geht hervor, daß bei den Nein-Reaktionen sich die Unorganisiertheit der Szene wohl additiv auswirkt; lediglich bei den "Ja-Reaktionen" ist eine Interaktion zu beobachten.

Bei dieser Darstellung fragt sich natürlich, welcher Wert oder welche Werte es denn sind, die die Interaktion herbeiführen.

Die Reaktionszeitdifferenz bei den situativ fernen Suchgegenständen ist mit der bei den "Nein-Reaktionen" vergleichbar, so daß die Ursache für die Interaktion bei den situativ nahen Suchgegenständen zu suchen ist. Tabelle 6 auf S. 68 zeigt nun, daß der einzige Wert, der sich bei begrifflicher (im Vergleich zu bildhafter) Vorgabe des Suchgegenstandes kaum verschlechtert, zu der Versuchsbedingung gehört, bei der ein situativ naher und vorhandener Suchgegenstand in organisierten Szenen aufgefunden werden soll. Die Interaktion zwischen "Nähe" und "Organisation" kommt demnach dadurch zustande, daß die Suche nach situativ nahen und vorhandenen Gegenständen in organisierten Szenen besonders stark verkürzt ist. Bereits in Experiment 1 war dieses Ergebnis gefunden worden. Es sollte bemerkt werden, daß die zur Diskussion stehende Versuchsbedingung die einzige Bedingung unter den sieben anderen ist, die die Versuchsperson auch unter "natürlichen" Bedingungen vorfinden kann. D.h. lediglich in räumlich organisierten Szenen, die der üblichen Erfahrung der Versuchsperson entsprechen, gibt es die Möglichkeit, einen vorhandenen und in die Situation hineinpassenden (situativ nahen) Gegenstand schemageleitet aufzufinden. Das Schema hat hierbei die doppelte Funktion, die Lokalisation und Identifikation des Suchgegenstandes zu ermöglichen. Daß die begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes (im Vergleich zur bildhaften) diese Funktion kaum einschränkt, ist wenig verwunderlich, wenn

man annimmt, daß das Schema gerade nicht schon sämtliche konkreten Detailinformationen enthält und zu seiner Funktionsweise benötigt.

Daß sich bei begrifflicher - nicht aber bildhafter - Vorgabe des Suchgegenstandes eine Interaktion zwischen den Faktoren "situative Nähe" und "Organisation" findet, ist demnach auf die in beiden Experimenten unterschiedlich starke Ausprägung dieser Interaktion bei den Ja-Reaktionen zurückzuführen. Bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes nivellieren sich alle Unterschiede zwischen den experimentellen Bedingungen, wenn der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist, weil die Suche aufgrund rein physischer Merkmale beendet werden kann. Diese Nivellierung führt jedoch auch dazu, daß das Ausmaß der Interaktion zwischen "Organisation" und "situativer Nähe" abgeschwächt ist und keine Signifikanz mehr erreicht (vgl. Abb. 4, S. 46).

Zur Interaktion von "Organisation und Reaktionskategorie" bei visueller nicht jedoch begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes

In Experiment 1 war gefunden worden, daß sich die Unorganisiertheit der Szene um so beeinträchtigender auswirkt, je länger die Suche andauert. Wenn der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden ist - die Szene also vollständig durchmustert werden muß -, ist die fehlende räumliche Organisation störender als wenn die Szene den Gegenstand enthält.

Dieser Sachverhalt war mit einem Zweiphasenmodell erklärt worden, wonach räumliche Unorganisiertheit erstens die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation beeinträchtigt und zweitens bei der sich anschließenden Suche

zur Entnahme *kleinerer* Informationsstichproben führt, so daß sich bei zunehmender Suchdauer die Differenz zwischen organisierten und unorganisierten Bedingungen zunehmend verstärkt.

Die neuen Ergebnisse von Experiment 2 scheinen diese Überlegungen und Modellvorstellungen hinfällig werden zu lassen: räumliche Unorganisiertheit der Szene wirkt sich als *additiver* Faktor zur Reaktionskategorie aus.

Im Sinne der "additiven Faktorlogik" von Sternberg könnte man geneigt sein zu behaupten, räumliche Unorganisiertheit beeinträchtige eine von den übrigen Verarbeitungsprozessen getrennte Stufe, z.B. die der Entnahme einzelner Informationsstichproben vorausgehende ganzheitliche Szenenbeschreibung. In unorganisierten Szenen würde es demnach länger dauern, sich einen Überblick über die Szene zu verschaffen und diese zusätzliche Zeit würde die Suche um einen konstanten Betrag verzögern, unabhängig davon, ob der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist oder nicht. Bei bildhafter Vorgabe des Suchgegenstandes könnte der Suchgegenstand in einigen Fällen aufgefunden werden, noch bevor eine vollständige Szenenbeschreibung gewährleistet wäre (rein aufgrund visueller Übereinstimmung) - allerdings eben nur bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene. Diese Interpretation scheint mit den Befunden in recht gutem Einklang zu stehen, denn in Experiment 1 (bildhafte Vorgabe des Suchgegenstandes) wirkt sich Unorganisiertheit bei Nein-Reaktionen auch additiv und nur bei Ja-Reaktionen interaktiv aus.

Wenn man diesen Interpretationsansatz aufrechterhalten will, sind jedoch Zusatzannahmen notwendig:

Um die Unterschiede zwischen Experiment 1 und 2 erklären

zu können, dürfte man die ganzheitliche Szenenrepräsentation nicht als distinkte und zeitlich der Suche vorhergehende Verarbeitungsstufe ansehen. Die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation könnte zwar als notwendige Bedingung der Suche vorangehen und auch eine fest definierte Zeitdauer für sich beanspruchen, sie müßte sich jedoch mit den Suchprozessen abwechseln.[1)]

Falls die Entnahme einer Informationsstichprobe die Suche beenden würde noch bevor die Szenenrepräsentation vollständig gebildet wäre, könnte sich der Faktor "Unorganisiertheit" nicht als additive Konstante für alle Versuchsbedingungen auswirken. Speziell bei bildhafter Vorgabe und bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene, könnte die Suche abgebrochen werden, noch bevor die Szene vollständig repräsentiert wäre.

Mit Hilfe dieser Zusatzannahmen könnte die additive (Experiment 2) bzw. die interaktive (Experiment 1) Wirkung der Faktoren "Unorganisiertheit und Reaktionskategorie" erklärt werden.

Es gibt jedoch zwei Befunde, die eine andere Interpretation der Daten als zutreffender erscheinen lassen:

a) Auch in Experiment 2 wird bei der Suche nach situativ fernen Gegenständen eine Interaktion von Organisation und Reaktionskategorie sichtbar (Abb. 5b, S. 65).

[1)] *Demnach könnte der Bildung einer Szenenrepräsentation die Entnahme von Informationsstichproben folgen und diese Entnahme könnte wiederum zur Einleitung umfassenderer Szenenrepräsentationen beitragen. Entscheidend wäre lediglich, daß diese Vorgänge zeitlich hintereinander folgen würden und daß die Bildung der Szenenrepräsentation eine bestimmte (maximale) Zeitdauer nicht überschreiten dürfte.*

b) Wie bereits anhand der Interaktion von situativer Nähe und Organisation (S.74ff.) aufgewiesen worden ist, wird in Experiment 2 die Reaktionszeit einer Versuchsbedingung durch die begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes kaum verschlechtert, wenn nämlich nach einem situativ nahen und vorhandenen Suchobjekt in organisierten Szenen gesucht werden soll (Tab. 6, S. 68).

Es läßt sich nun leicht feststellen, daß die gefundene additive Konstante dadurch zustande kommt, daß die Reaktionszeiten in dieser Versuchsbedingung so niedrig liegen.

Diese Sichtweise ist ökonomischer und soll daher zunächst bevorzugt werden; sie erfordert keine Zusatzannahmen für das Grundmodell. Damit ist die prinzipielle Gültigkeit der theoretischen Formulierungen des ersten Interpretationsansatzes - der ja durchaus auch kompatibel mit dem Grundmodell ist - nicht ausgeschlossen. Fehlerhaft daran ist lediglich, daß die Wirkung des Faktors "Unorganisiertheit" ausschließlich bei der Bildung der Szenenrepräsentation veranschlagt wird; dies widerspricht den empirischen Befunden und reicht zur Dateninterpretation nicht aus (S. 78).

Theorie der Verarbeitung physikalischer und semantischer Merkmale von O. Neumann (Exkurs)

Man kann die Aufgabe, entweder nach begrifflich oder bildhaft vorgegebenen Gegenständen zu suchen auch als Problem der Verarbeitung physikalischer oder semantischer Merkmale formulieren. Einen wesentlichen Beitrag zur Lösung dieses Problems hat Neumann (1980) geliefert.

Die bessere Suchleistung bei bildhafter im Vergleich zu

begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes war auf die unterschiedliche Größe des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes bei der Entnahme der Informationsstichproben zurückgeführt worden. Dieser theoretische Ansatz kann nach wie vor aufrechterhalten werden; er ist zur Erklärung der Daten sogar notwendig. Die Theorie von Neumann (1980) kann jedoch spezifizieren, welche Verarbeitungsprozesse sich an dieser Stelle anschließen. Es soll daher etwas ausführlicher auf diese theoretischen Überlegungen eingegangen werden.

Neumann (1980) hat für eine weite Palette experimenteller Paradigmata aufgewiesen, daß es ein Trugschluß ist, anzunehmen, physische Kodierung (in diesem Fall die bildliche Kodierung) käme in der Verarbeitungshierarchie vor semantischer Kodierung. Es ist wohl richtig, daß es beim *intentionalen* Beachten eine Überlegenheit physischer Merkmale (Position, Farbe, Form etc.) über semantische Merkmale (z. B. Wortkategorie) gibt. Befunde aus Experimenten mit "reduzierten" Versuchsbedingungen (Kurzzeitdarbietung, Maskierung etc.) deuten jedoch eher darauf hin, daß semantische Merkmale vor physischen verfügbar *sein können*. Neumann (1980) schreibt:

"Beeinträchtigt man den Verarbeitungsprozeß, so daß ein Teil der Merkmale in der Repräsentation ausfällt, dann ergibt sich nicht die von der These der 'frühen Verarbeitung physischer Reizmerkmale' vorherzusagende Hierarchie, sondern es kann geschehen, daß semantische Merkmale die allein verfügbaren sind. Aber es kann natürlich auch umgekehrt der Fall eintreten, daß physische Merkmale verfügbar bleiben und semantische durch die Verarbeitung verloren gehen" (Neumann 1980, S. 399).

Für die automatische und unbeabsichtigte Selektion gibt es keine Oberlegenheit physischer Reizmerkmale.

"Das klassische Beispiel ist die unbeabsichtigte Selektion eines 'irrelevanten' Textes beim dichotischen Hören ..." (Neumann 1980, S. 388).

Nun haben wir es bei allen Experimenten zum visuellen Suchen - und also auch beim vorliegenden Experiment - mit intentionalen Beachten zu tun, und beim intentionalem Beachten findet sich regelmäßig eine Oberlegenheit physischer Selektionskriterien über semantische. Wie ist das zu erklären?

Neumann widerlegt zunächst einmal das übliche Erklärungsmodell, das besagt

"... daß die Selektion nach einem physischen Kriterium das 'Ausfiltern' der irrelevanten Reize ermöglicht, bevor sie so weit verarbeitet werden können, daß sie sich störend auswirken; wogegen die Selektion aufgrund eines semantischen Kriteriums, da sie weitgehende Analyse des Reizes voraussetzt, erst auf einer 'späten' Stufe erfolgen kann ..." (S. 388). "Je 'komplexer' ein Reizmerkmal ist, um so 'später' kann es erst zur Selektion herangezogen werden; um so weiter müssen alle ... Reize zunächst einmal verarbeitet werden und um so weniger effizient ist demnach die Selektion ..." (S. 389).

Die Widerlegung erfolgt aufgrund physiologischer Überlegungen und Überlegungen aus der künstlichen Intelligenzforschung. Das physiologische Argument, daß komplexe Merkmale auf der Grundlage zuvor verarbeiteter einfacher Merkmale entschlüsselt werden, beruht auf einer Verwechslung von struktureller und funktionaler Hierarchie:

"Auf den 'frühen' Stufen der peripheren und zentralnervösen Verarbeitung ist die gesamte *Input-Information auf 'einfache' Weise repräsentiert, nicht nur deren 'einfache physische Merkmale' ... Die 'Einfachheit' dieser frühen Repräsentation besteht in der Art der Kodierung, nicht in dem, was kodiert wird" (S. 394).*

Nach Neumann (1980) werden einfache und komplexe Reizmerkmale am Ende des Verarbeitungsprozesses gemeinsam festgelegt.

Anhand von Programmen "automatischer Szenenanalyse" läßt sich eine Abkehr von linearen Verarbeitungssystemen und eine Zuwendung zu "interaktiven Modellen" beobachten.

Wenn es also aufgrund all dieser Überlegungen unwahrscheinlich ist, daß die größere Geschwindigkeit, mit der physische Merkmale im Vergleich zu semantischen selegiert werden können, auf der "früheren" Verarbeitung von physischen Merkmalen beruht, dann muß nach einer neuen Erklärung gesucht werden.

Nachdem Neumann (1980) den Begriff "Fokussieränderung" als Aufsuchen eines zuvor nicht beachteten Gegenstandes (z.B. visuelles Suchen) und den Begriff "konstantes Fokussieren" als Festhalten der Aufmerksamkeit an diesem Gegenstand (z. B. "Shadowing") definiert hat, stellt er fest, daß physische Reizmerkmale (im Gegensatz zu semantischen) sowohl für die Fokussieränderung als auch für das konstante Fokussieren geeignet sind.

"Die Selektion eines Gegenstandes im Sinne des konstanten Fokussierens verlangt also die gleichzeitige Berücksichtigung dessen, was sich ändert und damit die Handlung zu konkretisieren vermag, und dessen, was durch die Änderung hindurch konstant bleibt und damit die Identität des selegierten Gegenstandes konstituiert. Die Selektionskriterien beim konstanten Fokussieren müssen folglich diejenigen Merkmale sein, die in der Veränderung konstant bleiben, die also die Objektpermanenz konstituieren. Es ist sofort zu sehen, daß dies nur physische und nicht semantische Merkmale sein können" (Neumann 1980, S. 428).

Im Gegensatz zum konstanten Fokussieren (Verfolgen) erweisen sich bei der Fokussieränderung (Suchen) die semantischen Selektionskriterien den physischen nur bei *intentionalem* Beachten als unterlegen.

"Als Kriterium für eine intentionale Fokussieränderung kommt nur in Frage, was als Merkmal auf der übergeordneten Repräsentationsebene verfügbar ist. Die Bedeutung eines Wortes oder eines Gegenstandes ist aber ein Merkmal dieses Gegenstandes selbst. Sie kann nicht die intentionale Fokussieränderung steuern, weil sie erst als deren Ergebnis bewußt repräsentiert wird" (Neumann 1980, S. 433).

"Was physisch zu einem Gegenstand gehört, kann auch seine Repräsentation auf den übergeordneten Ebenen haben. Dies macht es möglich, den Gegenstand durch eine intentionale Fokussieränderung aufzusuchen" (Neumann 1980, S. 436).

Man kann die Konsequenzen dieser Oberlegungen für die Problemstellung folgendermaßen umreißen: Die schnellere Suche bei bildhafter im Vergleich zu begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes hat nichts mit der "frühen" Verarbeitung physischer Merkmale zu tun. Ordnet man die Entnahme der Informationsstichproben - in der Terminologie Neumanns - der Fokussieränderung vom Typ des "Kameraschwenks" zu, so ergibt sich der Vorteil einer auf physischen Merkmalen basierenden Suche daraus, daß die steuernden Merkmale für den "Kameraschwenk" physische Merkmale (z.B. Textur der Szene) sind; grundlegend wäre demnach die Bedeutung physischer Merkmale für den Selektionsprozeß.

Die Fokussieränderung vom Typ der "Gummilinse" könnte je-

doch für die Interpretation der Daten von Experiment 1 und 2 ebenfalls wichtig sein, weniger im Falle unorganisierter Szenen und bei der Suche nach situativ fernen Gegenständen.

"... die Existenz einer strukturierten Repräsentation auf der übergeordneten Ebene, die dem zu fokussierenden Reiz individuelle Identität verleiht ..." (Neumann 1980, S. 438),

kann jedoch bei der Suche nach situativ nahen, vorhandenen Objekten in räumlich organisierten Szenen von zentraler Bedeutung sein und die sehr guten (durch begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes kaum verschlechterten) Suchzeiten erklären.

Nochmals wird auf die Theorie Neumanns im theoretischen Teil (S. 273ff.) einzugehen sein.

Anmerkung:
Einen direkten Beweis für die Vermutung, daß die Versuchspersonen bei visuell vorgegebenen Suchgegenständen ein größeres funktionales Gesichtsfeld besitzen (Experiment 1) als bei begrifflich vorgegebenen Objekten (Experiment 2) läßt sich der Untersuchung von Nelson & Loftus (1980; Experiment 4) entnehmen. Die Erkennungsleistung nimmt mit zunehmender Entfernung des 'kritischen Objektes' vom Fixationspunkt ab. Beim visuellen Erkenntnistest ist die Erkennungsrate für das 'kritische Objekt' jedoch generell höher als beim rein verbalen; das funktionale visuelle Gesichtsfeld ist bei visuell vorgegebenen Objekten generell größer als bei verbal vorgegebenen.

3. EXPERIMENT 3 UND 4A

A. Einleitung und Fragestellung

In den ersten beiden Experimenten sind zwei für die visuelle Suche in komplexen Szenen grundlegende Faktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die Verarbeitungsprozesse untersucht worden: die räumliche Beschaffenheit der Szene (Organisation) und die Zugehörigkeit des Suchgegenstandes zum Handlungskontext (situative Nähe).

Im folgenden soll versucht werden, den *Zusammenhang* zwischen beiden Faktoren deutlicher zu machen und speziell den Faktor "situative Nähe" genauer zu analysieren.

Situative Nähe ist in den vorangegangenen und noch folgenden Experimenten als Zugehörigkeit eines Gegenstandes zur gleichen Szenenkategorie operational definiert worden. Umgekehrt ist ein Suchgegenstand als situativ fern bezeichnet worden, wenn er zu einer anderen Szenenkategorie gehörte.

Situative Ferne wird innerhalb dieses Ansatzes also über die "falsche" oder "ungewöhnliche" Lokalisation eines Gegenstandes innerhalb einer Szene bestimmt. Dabei bedeutet "ungewöhnliche" Lokalisation eines Gegenstandes innerhalb einer Szene, daß der Gegenstand innerhalb der existierenden (Welt-)Schemata nicht den Platz inne hat, der ihm in der Suchszene zugewiesen wird. Hinter diesen Formulierungen steht ein räumliches Modell der kognitiven Repräsentationen.[1)] Mit der "richtigen" oder "falschen" Lokalisation

---

[1)] *Damit soll nicht die Abbildungskonzeption von Kosslyn, Ball & Reiser (1978) übernommen werden, die davon ausgehen, daß die "inneren" Bilder die gleichen räumlichen*

eines Gegenstandes innerhalb einer Szene ist gleichzeitig mitangesprochen, daß dieser Gegenstand nicht adäquat im Handlungskontext der Szene integriert ist.

Organisation wurde dagegen als die (aufgrund vorausgegangener Erfahrung) richtig erscheinende räumliche Strukturiertheit der Szene festgelegt. Der spezielle Abgrenzungsgesichtspunkt zur situativen Ferne wäre hierbei darin zu sehen, daß sich in einer räumlich richtig strukturierten Szene Gegenstände aus anderen Handlungskontexten befinden können. In diesem Fall wäre die Szene also vollständig organisiert und es befände sich darin ein situativ ferner Gegenstand, der die räumliche Strukturiertheit der Szene jedoch in keiner Weise beeinträchtigen würde. Zur Operationalisierung dieser Art der Organisation sind verschiedene Versuche vorgenommen worden. So hat Biederman (1977) gefunden, daß die Genauigkeit, mit der Suchobjekte entdeckt werden, mit der Zahl der räumlichen "Verzerrungen" innerhalb einer Szene abnimmt. Bei diesen Verzerrungen handelte es sich z.B. um Größenverzerrungen und um das Entfernen von Stützen. Außerdem hat Biederman (1977) festgestellt, daß mit zunehmender Zahl der Verzerrungen die Zeit für die Entscheidung "etwas stimmt mit der Szene nicht" abnimmt. In den frühen Arbeiten (Biederman 1972; Biederman et al. 1973) ist die Unorganisiertheit der Szene durch Zerschneiden und "nach Zufall wieder zusammensetzen" hergestellt worden.

Solange man räumliche Organisiertheit als Anordnung *beliebiger* Gegenstände entsprechend den physikalischen Gesetz-

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 84:

Bildeigenschaften wie die äußeren besitzen. Die relationalen Bildeigenschaften (räumliche Beziehungen zwischen Objekten) werden jedoch bei der Verarbeitung von Bildern auf höheren Verarbeitungsstufen erhalten.

mäßigkeiten der Welt auffaßt, läßt sich ein klarer Abgrenzungsgesichtspunkt zur "situativen Nähe" finden: die Funktion des Raumes (z.B. der Boden als Standfläche für die Dinge).

Diese Definition läßt jedoch eine Vielzahl von Phänomenbereichen zu, die man üblicherweise als räumlich unorganisiert bezeichnen würde (z.B. eine Dampfwalze und Straßenverkehrsschilder im Wohnzimmer). Will man jedoch das Auftreten verschiedenster Gegenstände aus unterschiedlichen Handlungszusammenhängen ebenfalls als Unorganisiertheit bezeichnen, so werden die Obergänge zum Faktor "situative Nähe" fließend; in beiden Fällen sind die Objekte hinsichtlich ihrer Position, die sie üblicherweise in der realen Welt innehaben, verschoben. Wenn man sich die Operationalisierung der Unorganisiertheit in Experiment 1 näher anschaut, so wurde hierbei die Unorganisiertheit ebenfalls über die Positionsverschiebung von Objekten erreicht: die Herstellung unorganisierter Szenen erfolgte durch rechts-links und oben-unten Vertauschung.

Biederman (1977) hat gefunden, daß Positionsverschiebungen der Objekte innerhalb der Szene die Entdeckungsgenauigkeit verschlechtern.

An diesem Punkt werden die Obergänge zwischen Unorganisiertheit und situativer Ferne fließend. Diese beiden Variablen heben sich lediglich hinsichtlich der *Art* der Positionsverzerrung voneinander ab. Die Lokalisation eines fernen Gegenstandes innerhalb einer Szene (situative Ferne) und die Lokalisation eines nahen Gegenstandes an einer falschen Position (Unorganisiertheit) haben jeweils die falsche Position des Gegenstandes in der Szene gemeinsam. Der Unterschied zwischen beiden Fällen mag darin gesehen werden, daß ein situativ ferner Gegenstand immer auch eine

falsche Position besitzen muß (situative Ferne), während ein situativ naher Gegenstand sich entweder an richtiger Position (wie im Falle der Organisiertheit) oder falscher Position befinden kann. Aufgrund dieser Überlegungen könnte man geneigt sein, den Faktor "situative Nähe" im Sinne einfacher Wahrscheinlichkeiten und den Faktor "Organisation" im Sinne bedingter Wahrscheinlichkeiten aufzufassen.

Hieraus ergibt sich die Frage, ob sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes unterschiedliche Suchlatenzen finden, wenn man nach einem "situativ fernen" Gegenstand oder nach einem "situativ nahen" Gegenstand mit falscher Position suchen läßt. Läßt sich der Lokalisationseffekt der "situativen Ferne" auf den Effekt der falschen Position des Suchgegenstandes innerhalb der Szene reduzieren? Diese Fragestellung ist bereits von Meyers & Rhoades (1978) angegangen worden. Allerdings sind "situative Ferne", "situative Nähe" und Position nicht innerhalb eines Experimentes, sondern mit getrennten Vpn-Populationen untersucht worden (Tab. 8).

Tab. 8: Suchzeiten in Sekunden (Sek.) in Abhängigkeit von situativer Nähe und Position des Suchgegenstandes (nach Meyers & Rhoades 1978)

situativ nah	1,508 Sek.	richtige Position	1,468 Sek.
situativ fern	1,679 Sek.	falsche Position	1,647 Sek.
Differenz	0,171 Sek.	Differenz	0,179 Sek.

Situative Ferne und falsche Position verlängern die Suchzeiten nahezu um den gleichen Betrag.

In den bisherigen Überlegungen ist die Äquivalenz von Unorganisiertheit und situativer Ferne des Kontextgegenstandes thematisiert worden. Die Übereinstimmung dieser Variablen

kann anhand der Begriffe "interne Positionsverschiebung" im Falle der Unorganisiertheit und "externe Positionsverschiebung" im Falle des Vorhandenseins eines fernen Kontextgegenstandes verdeutlicht werden. Dabei soll der Begriff "interne Positionsverschiebung" den Sachverhalt bezeichnen, daß ein situativ naher Gegenstand innerhalb eines Handlungskontextes eine unangemessene Position erhält, während der Begriff "externe Positionsverschiebung" darauf hindeutet, daß ein Gegenstand aus einem anderen, externen Handlungszusammenhang in die Szene hineingerät. Das Gemeinsame dieser Positionsverschiebungen wird verständlich, wenn man bedenkt, daß die Wahl eines größeren, übergeordneten Repräsentationsausschnittes die "externe Positionsverschiebung" zu einer "internen" werden läßt. So hat ein Spaten im Wohnzimmer sicherlich nicht seinen angemessenen Ort. Hier handelt es sich um eine "externe Positionsverschiebung". Der Spaten ist aus dem Handlungskontext "Garten" in den Handlungskontext "Wohnzimmer" hineingesetzt worden. Wählt man jedoch einen größeren Repräsentationsausschnitt - etwa eine Bildsicht vom Garten über die Terrasse ins Wohnzimmer hinein -, so wird aus der "externen Positionsverschiebung" eine "interne".

Dieser hier aufgewiesene Zusammenhang zwischen den Faktoren "Organisation und situative Nähe" läßt sich in zweifacher Weise stützen:

1) Sowohl in Experiment 1 als auch in Experiment 2 war eine Interaktion dieser beiden Faktoren bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene gefunden worden. Wenn "Organisation" und "situative Nähe" interagieren, bedeutet dies nach der Sternberg-Logik, daß diese Faktoren auf die gleiche Verarbeitungsstufe wirken; insofern besteht für beide Faktoren die gleiche funktionale Grundlage (eine "Stufeninterpretation" wäre allerdings erst dann wirklich angezeigt, wenn weitere Faktoren - z.B. "visuelles Rauschen" - experimentell realisiert worden wären).

2) Bei der Diskussion der gemeinsamen funktionalen Grundlage für beide Faktoren ist die Bedeutung von Schemata - speziell bei der Suche nach situativ nahen, vorhandenen Objekten in organisierten Szenen - hervorgehoben worden (S. 57 f.), insbesondere bei der Identifikation und Lokalisation von Objekten. Der Verarbeitungsmechanismus, der den Zusammenhang zwischen den Faktoren "Organisation" und "situative Nähe" stiftet, könnte demnach das Schema sein.

Das Schema als eine besondere Art der Repräsentation des Weltwissens soll daher etwas genauer anhand einer Arbeit aus der Komputersimulation visueller Szenenanalyse umschrieben werden.

Schemata lassen sich nach Hanson & Riseman (1978) folgendermaßen kennzeichnen:

> *"They describe objects and scenes in terms of a related set of parts; spatial relationships between parts and the importance of a part to the schema as control for model building are included ..." (Hanson & Riseman 1978, S. 307).*

Aus diesem Zitat geht hervor, daß die Autoren dem Schema die Regulation der räumlichen Relationen der Teile zueinander *und* der Bedeutung der Teile für das Ganze zuschreiben. Dabei wird die Bedeutung oder Wichtigkeit der Einzelobjekte für das Gesamtschema durch die Auftretenswahrscheinlichkeit der Objekte in der Szene (also nach unserer Definition durch die "situative Nähe") bestimmt.

Sobald das Schema bei der Identifikation der Szene gewählt worden ist, hat es die Funktion, Prozesse der Einheitsbildung (Segmentierung) zu steuern; außerdem wird

durch das Schema die Reihenfolge, in der nach Objekten gesucht wird, die Art der Vergleichsprozesse (matching) und das Kriterium, ab wann Suchobjekt und Szenenobjekt als identisch akzeptiert werden reguliert.

Mit Hilfe des Schemas wird die hierarchische Einbettung kleinerer Repräsentationseinheiten in größere (Repräsentationsebenenmodell) gut darstellbar:

> *"Schemas provide the ability to hierarchically group subsets of items by defining their parts in a recursive fashion until each tip node is defined by an object class node which is not decomposed further" (Hanson & Riseman 1978, S. 321).*

Auf andere Schemaaspekte soll im theoretischen Teil ausführlicher eingegangen werden (S. 301ff.).

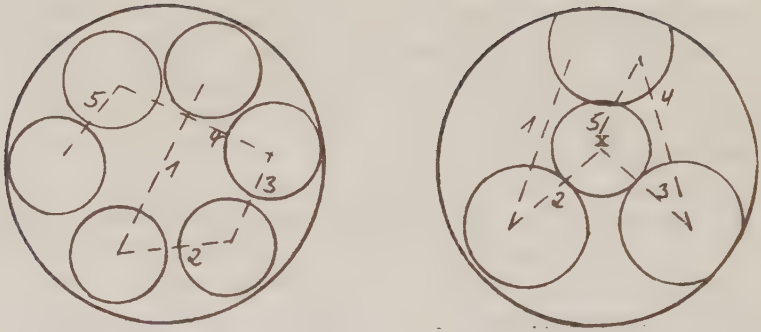
Allerdings darf bei all diesen Oberlegungen nicht aus den Augen geraten, daß es sich bei dem Auftreten verschiedenster Gegenstände aus unterschiedlichen Handlungszusammenhängen in einer Szene um einen anderen Typ von "Unorganisiertheit" handelt als bei der fehlenden räumlichen Strukturierung. Insofern ist auch grundsätzlich in beiden Fällen mit anderen Verarbeitungsprozessen zu rechnen.

Das zweite Bedenken gegen die vorangegangenen Oberlegungen ist noch gewichtiger. Die Variable "Organisation" hatte immer den Charakter der Kontexthaftigkeit, während die Variable "situative Nähe" sich immer auf Eigenschaften der Suchgegenstände bezog. Nun ist es ein wesentliches Verdienst von Prinz, darauf hingewiesen zu haben, daß Kontext- und "target"-Elemente eine jeweils ganz andere Funktion im Verarbeitungsprozeß der visuellen Suche haben können (Prinz, Tweer & Feige 1974; Prinz 1976; Prinz 1977).

Da die Variable "situative Nähe" in den vorangegangenen Experimenten immer nur in bezug auf das "target" definiert war, ergibt sich die Notwendigkeit, situativ ferne *Kontext*-gegenstände einzuführen, um einen korrekten Vergleich zwischen "Organisation" und "situativer Nähe" durchführen zu können.

Die Ergebnisse von Experiment 1 und 2 hatten nahegelegt, daß sich "Unorganisiertheit" beeinträchtigend bei der Bildung der Szenenrepräsentation auswirkt und im anschließenden Prozeß die Größe der entnommenen Informationsstichproben reduziert, so daß sich die Zahl dieser Informationsstichproben erhöht.

Im Falle des Vorhandenseins eines situativ fernen Kontextgegenstandes erscheint es nicht ohne weiteres einsichtig, warum hier die Verarbeitungseinheiten kleiner sein sollten als bei Nicht-Vorhandensein dieses fernen Kontextgegenstandes; es sei denn, man würde annehmen, daß der situativ ferne Kontextgegenstand die Komplexität des Bildes erhöht und damit mehr Fixationen erforderlich macht. Stattdessen legen Arbeiten zur Wirkung des "informativen Details" (Loftus 1976) eine größere Fixationshäufigkeit für den informativen (hier situativ fernen) Kontextgegenstand nahe. Die mögliche funktionale Verschiedenheit zwischen einer "unorganisierten" Szene und einer Szene mit "situativ fernem Kontextobjekt" kann anhand von Abbildung 8 veranschaulicht werden.



unorganisierte Szene

Szene mit situativ fernem Kontextgegenstand

Abb. 8: Hypothetisches Modell zur Darstellung der unterschiedlichen Größe, jedoch gleichen Zahl der Repräsentationseinheiten in unorganisierten Szenen und Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand.

B. Experiment 3 und 4a

Dem Experiment lag ein 2 × 2 × 2-faktorieller Versuchsplan zugrunde, in dem die Faktoren "situativ naher vs. situativ ferner Suchgegenstand", "mit fernem Kontextgegenstand vs. ohne fernen Kontextgegenstand" und "Suchgegenstand vorhanden vs. nicht vorhanden" variiert worden sind. Jede der acht Versuchsbedingungen wurde durch 10 Reize gefüllt, so daß der gesamte Versuch ohne Vorlauf aus 80 Reizen bestand. Der Versuchsplan kann Tabelle 9 entnommen werden.

Aus diesem Versuchsplan wird deutlich, daß in 1/4 der Fälle ein situativ ferner Suchgegenstand aufgefunden werden sollte und die Szene einen situativ fernen Kontextgegenstand enthielt.

Tab. 9: Versuchsplan von Experiment 3 und 4a

mit situativ fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand fern	vorhanden
		nicht vorhanden
	Suchgegenstand nah	vorhanden
		nicht vorhanden
ohne situativ fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand fern	vorhanden
		nicht vorhanden
	Suchgegenstand nah	vorhanden
		nicht vorhanden

Experiment 3 und 4a unterschieden sich hinsichtlich der Beziehung, die der situativ ferne Such- und Kontextgegenstand zueinander haben konnten.

In Experiment 3 gehörten beide unterschiedlichen Kategorien an, während sie in Experiment 4a zur gleichen Kategorie zugeordnet werden konnten. Als Kategorien für den situativ fernen Such- und Kontextgegenstand kamen dabei "Sportgeräte", "Autozubehör" und "Handwerkszeug" in Frage. Abgesehen davon, daß der situativ ferne Such- und Kontextgegenstand in Experiment 3 in kategorialer Ferne und in Experiment 4a in kategorialer Nähe zueinander standen, unterschieden sich die Experimente nicht voneinander hinsichtlich der Versuchsbedingungen, des Reizmaterials usw. Daher sollen sie zusammen dargestellt und diskutiert werden.

Bei den Szenen, innerhalb derer gesucht werden sollte, handelte es sich um Wohnszenen, die Versandhauskatalogen ent-

nommen waren. Die Zimmertypen Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Kinderzimmer, Bad und Flur wurden im Format 13 cm × 10 cm ausgeschnitten und als farbige Diapositive für die Versuche hergestellt. Die Zimmertypen wurden auf alle 8 Versuchsbedingungen gleichmäßig verteilt.

Der situativ ferne Kontextgegenstand wurde innerhalb des Bildes "realistisch" postiert. Aufgrund seiner Position im Vordergrund, seiner Gesamtgröße oder Farbigkeit war jedoch gewährleistet, daß er schnell beachtet werden konnte.

Im Vergleich zu diesem situativ fernen Kontextgegenstand war der situativ ferne und der situativ nahe Suchgegenstand kleiner und weniger auffällig. Um einen Vergleich der Suchzeiten für einen fernen bzw. nahen Suchgegenstand zu ermöglichen, war es notwendig, die Diskriminierbarkeit dieser Gegenstände in der Szene zu kontrollieren. Diese Kontrolle der Diskriminierbarkeit erfolgte folgendermaßen:

Die Szenen wurden hierzu unscharf eingestellt. Die Stärke der Unschärfe war dabei so gewählt worden, daß ein Teil der vorhandenen Bildobjekte (etwa 50 %) nicht erkannt werden konnte. Die Suchobjekte des Hauptversuchs wurden auf der Grundlage dieses Diskriminationsexperimentes selegiert. Die Aufgabe der Versuchspersonen bestand hierbei darin, alle erkennbaren Bildobjekte innerhalb eines Zeitraumes von 15 Sekunden zu benennen oder bei Ermangelung eines adäquaten Begriffs zu beschreiben. Für die Suche nach einem vorhandenen Objekt konnten die einzelnen experimentellen Bedingungen hinsichtlich ihrer Diskriminierbarkeit dadurch kontrolliert werden, daß die Anzahl der erkannten Suchobjekte in allen Bedingungen gleich groß war. Zusätzlich wurden folgende Diskriminationsvariablen kontrolliert: Entfernung des Suchgegenstandes vom Fixationspunkt, Größe des Suchgegenstandes und Benennbarkeit des Suchgegenstandes. Situative

Nähe bzw. Ferne wurde ähnlich wie in Experiment 1 und 2 operational durch die Zugehörigkeit zum gleichen Szenentyp definiert. So lag situative Nähe vor, wenn innerhalb einer Wohnzimmerszene nach einem Wohnzimmergegenstand (z.B. einem Fernsehgerät) gesucht werden sollte. In den situativ fernen Bedingungen dagegen sollte in einer der Wohnszenen (Wohnzimmer, Schlagzimmer, Küche, Kinderzimmer, Bad und Flur) ein Gegenstand aus den Kategorien "Autozubehör, Sportgerät, Handwerkszeug" gesucht werden.

Den Experimenten lag folgender Versuchsablauf zugrunde: Der Suchgegenstand wurde tachistoskopisch für 3 Sekunden dargeboten. Es folgte ein Intervall von 5 Sekunden. Danach erschien die Suchszene. Das Vorhandensein- bzw. Nichtvorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene sollte so schnell und genau als möglich mit einer entsprechenden Tastendruckreaktion beantwortet werden. Die Tastenzuordnung zu den Reaktionskategorien wechselte von Vp zu Vp. Mit der Tastendruckreaktion wurde die Exposition der Szene beendet und der gesamte Zyklus wiederholte sich automatisch. Gemessen wurde die Reaktionszeit vom Beginn der Exposition der Suchszene bis zur Tastendruckreaktion und die Richtigkeit der Reaktion (Fehlerzahl).

Dem eigentlichen Versuch gingen 6 Probedurchgänge, in denen sich die Vpn an das Reizmaterial und die Suchaufgabe gewöhnen konnten, voraus. Im Versuch wurde insgesamt in 80 verschiedenen Szenen gesucht. Jede der 8 Versuchsbedingungen des $2 \times 2 \times 2$-faktoriellen Versuchsplans war also durch 1o Szenen besetzt. Die Reize wurden in zufälliger Reihenfolge dargeboten. In der Mitte des Versuchs wurde eine kurze Pause eingelegt. Der gesamte Versuch dauerte etwa 40 Minuten. Im Anschluß daran fand ein kurzes Gespräch über den Versuch und die Versuchsbedingungen statt.

Die Vpn saßen in einem dunklen Raum vor einem auf Augenhöhe befindlichen Projektionsfeld von 41 × 31 cm in einem Beobachtungsabstand von 2,50 m. Dieses Feld wurde von hinten, aus dem Nachbarraum des Duplex-Labors durch ein Projektionstachistoskop angestrahlt. Wenn weder der Suchgegenstand noch die Suchszene im Projektionsfeld auftauchten, wurde das Feld durch einen dritten Projektor mit weißem Licht beleuchtet, um das Auftreten von Nachbildern zu verhindern.

Die Experimente 3 und 4a wurden jeweils mit 20 Psychologiestudentinnen und -studenten der ersten vier Semester im Rahmen ihrer Pflichttätigkeit als Versuchsperson durchgeführt. In die beiden Versuche gingen unabhängige Vpn-Stichproben ein.

C. Befunde

Die Varianzanalyse, in die die oben dargestellten experimentellen Variablen eingingen, erbrachte - wie aus Tab. 10 und 11 ersichtlich wird - folgende Ergebnisse:

Experiment 3:

1) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wird generell schneller gesucht als bei Nicht-Vorhandensein.
2) Ein situativ ferner Kontextgegenstand verlängert generell die Suchzeiten.
3) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wirkt sich situative Nähe des Suchgegenstandes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus. Umgekehrt wirkt sich

Tab. 10: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 3 für die in Abb. 9a dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nichtvorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne fernen Kontextgegenstand.
Daten von 20 Vpn

Quelle der Variation	SS	DF	F	P
Subj.	296.7388			
1	170.7900	1.	39.7088	0.0000
	81.7201	19.		
2	0.0901	1.	0.4980	0.5046
	3.4375	19.		
3	8.9581	1.	28.5937	0.0001
	5.9525	19.		
12	19.1456	1.	55.5893	0.0000
	6.5438	19.		
13	3.9662	1.	23.7559	0.0002
	3.1721	19.		
23	7.2688	1.	31.9498	0.0001
	4.3226	19.		
123	0.4069	1.	2.0641	0.1641
	3.7458	19.		

bei Vorhandensein des Suchgegenstandes situative Ferne beeinträchtigend und bei Nicht-Vorhandensein förderlich aus.

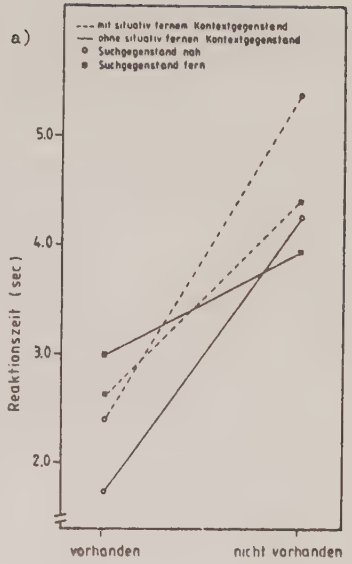
4) Nähe des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie interagieren miteinander: Der ferne Kontextgegenstand wirkt sich bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes besonders beeinträchtigend aus.

5) Die Faktoren "situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" interagieren miteinander. Ohne das Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Szene ist die Suche nach situativ

nahen Objekten schneller. Enthält die Szene dagegen einen fernen Kontextgegenstand, so wird nach situativ fernen Objekten vergleichsweise schneller gesucht. Für Experiment 4a sind diese Verhältnisse in Tab. 10 (S. 97) aufgetragen.

Tab. 11: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4a für die in Abb. 9b dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand.
Daten von 20 Vpn

Quelle der Variation	SS	DF	F	P
Subj.	228.2681			
1	187.9288 132.1827	1. 19.	27.0130	0.0001
2	0.1086 6.5042	1. 19.	0.3173	0.5859
3	7.1610 7.8013	1. 19.	17.4406	0.0008
12	26.3600 8.1863	1. 19.	61.1805	0.0000
13	1.0898 11.9608	1. 19.	1.7312	0.2016
23	6.5064 5.0869	1. 19.	24.3023	0.0002
123	0.0787 4.7118	1. 19.	0.3174	0.5859



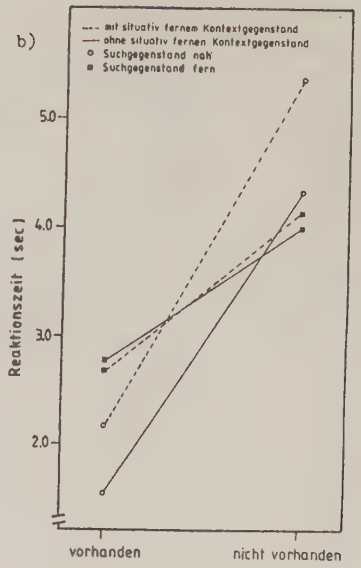


Abb. 9a/9b: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 3 und 4 in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. In Abb. 9a gehören der situativ ferne Kontext- und Suchgegenstand zu verschiedenen Kategorien, während sie in Abb. 9b aus der gleichen Kategorie stammen. Daten von je 20 Vpn.

Experiment 4a:

1) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wird generell schneller gesucht als bei Nicht-Vorhandensein.

2) Ein situativ ferner Kontextgegenstand verlängert generell die Suchzeiten.

3) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wirkt sich situative Nähe des Suchgegenstandes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus. Umgekehrt wirkt sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes situative Ferne beeinträchtigend und bei Nicht-Vorhandensein förderlich aus.

4) Die Faktoren "situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" interagieren miteinander. Ohne das Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes ist die Suche nach situativ nahen Objekten schneller. Enthält die Szene dagegen einen fernen Kontextgegenstand, so wird nach situativ fernen Objekten vergleichsweise schneller gesucht (Abb. 10, S. 104).

Die mangelnde Interaktion zwischen situativer Ferne des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie ist in Experiment 4a darauf zurückzuführen, daß bei Zugehörigkeit von fernem Such- und Kontextgegenstand zur gleichen Kategorie im Falle des Vorhandenseins des Suchgegenstandes die Reaktionszeiten gegenüber Experiment 3 zunehmen und im Falle des Nicht-Vorhandenseins abnehmen. Auf diese Weise fallen bei der Suche nach einem situativ fernen Gegenstand die Reaktionszeitfunktionen für die Bedingungen mit und ohne situativ fernen Kontextgegenstand zusammen (Abb. 9a/9b). Die Interaktion zwischen Reaktionszeitkategorie und situativer Ferne des Kontextgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen Suchgegenstand (Abb. 12, S. 126) reicht nicht aus, um die Gesamtinteraktion beider Faktoren signifikant werden zu lassen.

Tab. 12: 4-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 3 und 4. Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand;
4 = Experiment 3/Experiment 4.
Daten von 40 Vpn

Quelle der Variation	SS	DF	F	P
1	358.5140 213.9028	1. 38.	63.6903	0.0
2	0.1983 9.9417	1. 38.	0.7580	0.6065
3	16.0689 13.7538	1. 38.	44.3962	0.0
4	0.9453 525.0069	1. 38.	0.0684	0.7908
12	45.2178 14.7301	1. 38.	116.6509	0.0
13	4.6070 15.1329	1. 38.	11.5687	0.0019
14	0.2048 213.9028	1. 38.	0.0364	0.8439
23	13.7647 9.4o§5	1. 38.	55.5884	0.0
24	0.0004 9.9417	1. 38.	0.0017	0.9667
34	0.0503 13.7538	1. 38.	0.1388	0.7125
123	0.0638 8.4575	1. 38.	0.2869	0.6017
124	0.2878 14.7301	1. 38.	0.7424	0.6014
134	0.4490 15.1329	1. 38.	1.1274	0.2953
234	0.0106 9.4095	1. 38.	0.0426	0.8318
1234	0.4218 8.4575	1. 38.	1.8952	0.1735

Wie aus Tabelle 12 ersichtlich wird, ist keine der Interaktionen zwischen Experiment 3 und 4a signifikant (vgl. Faktor 4 und die Kombinationen mit den anderen Faktoren). Die Unterschiede zwischen Experiment 3 und 4a kommen in der mangelnden Interaktion zwischen situativer Ferne des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie in Experiment 4a zum Ausdruck (s.S. 100).

Qualitative Daten aus Vpn-Berichten für einzelne Versuchsbedingungen

- Situative Nähe/Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes
  "Ich habe gedacht, der Gegenstand muß doch in der Szene drin sein",
  "ich habe den Gegenstand in der Szene erwartet"

(Kommentar: die vorliegenden Aussagen gestatten keine Differenzierung hinsichtlich "Vollständigkeit der Durchmusterung" - also zusätzlicher Informationsaufnahme - und "Bereitstellung". Die Emotionalität einiger Äußerungen deutet jedoch darauf hin, daß die Erwartung, daß der Gegenstand vorhanden ist, nicht unbedingt zur zusätzlichen Informationsaufnahme geführt hat: "der Gegenstand *muß* doch drin sein; ich konnte es nicht fassen, daß er nicht drin war.")

- Situative Ferne/Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes
  Dieser Fall erscheint den Vpn so natürlich und selbstverständlich, daß kaum brauchbare introspektive Berichte zu erheben sind.
  "Der Gegenstand paßt nicht hinein, also habe ich 'Nicht-Vorhandensein' gedrückt".

- Situativ ferner Kontextgegenstand im Bild
  "Manchmal waren so komische Sachen im Bild, das war verwirrend",
  "ich mußte immer wieder dahin gucken",
  "der Gegenstand zieht die Aufmerksamkeit auf sich".

- Situativ ferner Kontextgegenstand im Bild, Suche nach fernem Suchgegenstand (kategoriale Ferne)
  "Die Szene wirkte weniger verwirrend" (gemeint ist: als in der Vergleichsbedingung bei der Suche nach situativ nahem Gegenstand),
  "ich habe mich nur auf den nicht passenden Gegenstand konzentriert und dann entschieden".

- Situativ ferner Kontextgegenstand im Bild, Suche nach fernem Suchgegenstand (kategoriale Nähe)
  "Plötzlich wußte ich gar nicht mehr, nach welchem von den Gegenständen ich suchen sollte", "erst mal kamen beide in Frage", "ich mußte genauer hinsehen, welcher von beiden es denn jetzt war".

Die anderen Bedingungen können in den Vpn-Berichten nicht voneinander differenziert werden. Insbesondere der sehr massive Effekt situativer Nähe bei Vorhandensein des Suchobjektes ist nicht bewußt repräsentiert. Die Hälfte der Vpn äußert stattdessen die *Vermutung*, daß der situativ ferne Suchgegenstand schneller aufgefunden wird, weil er "herausstieht".

Tab. 13: Fehlerhäufigkeiten in Prozent (%) für die experimentellen Bedingungen von Experiment 3 und 4. Daten von je 20 Vpn.

			Exp. 3	Exp. 4
mit situativ fernem Kontextgegenstand	Suchgegenstand fern	vorhanden	13,0	11,0
		nicht vorhanden	1,0	1,5
	Suchgegenstand nah	vorhanden	13,5	15,5
		nicht vorhanden	3,0	3,0
ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand fern	vorhanden	15,0	17,0
		nicht vorhanden	2,5	0,5
	Suchgegenstand nah	vorhanden	9,0	13,5
		nicht vorhanden	6,0	1,0

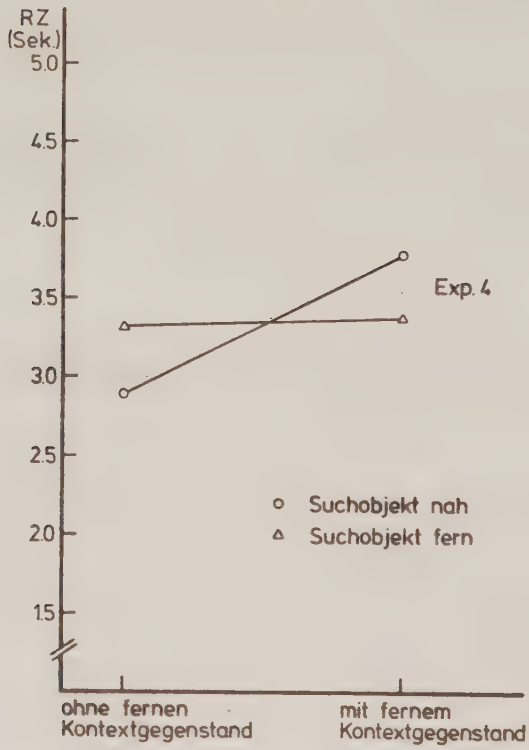


Abb. 10: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Exp. 4 in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Suchszene. Dabei soll entweder nach einem situativ nahen oder fernen Suchobjekt gesucht werden. Daten von 20 Vpn.

D. Diskussion

Zur generellen Suchzeitverzögerung durch einen situativ fernen Kontextgegenstand

Dieser zunächst so trivial erscheinende Befund ist in mehrfacher Hinsicht interessant.

Es wird deutlich, daß ein situativ ferner *Kontextgegenstand* eine grundsätzlich andere Funktionsgrundlage besitzen muß als ein situativ ferner *Suchgegenstand*, denn während sich die situative Nähe des Suchgegenstandes differentiell in Abhängigkeit von seinem Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein bemerkbar macht, wirkt der situativ ferne Kontextgegenstand unabhängig von der Reaktionskategorie beeinträchtigend.

Wenn der situativ ferne Kontextgegenstand formal zu einem ähnlichen Ergebnismuster wie die Variable Unorganisiertheit führt, so ist damit keineswegs gesagt, daß beiden Ergebnissen der gleiche Funktionsmechanismus zugrundeliegt. Die generelle Beeinträchtigung der Suchzeiten durch die Variable Unorganisiertheit ist in den vorausgegangenen Experimenten dadurch erklärt worden, daß kleinere Verarbeitungseinheiten pro Zeitspanne gebildet werden. Es erscheint zunächst unplausibel anzunehmen, daß in Szenen, die einen situativ fernen Kontextgegenstand enthalten, kleinere Informationsstichproben gebildet werden. Phänomenal entsteht der Eindruck, daß der situativ ferne Kontextgegenstand immer wieder die Aufmerksamkeit anzieht. Der Betrachter schwankt zwischen der Wahrnehmung mehr oder weniger großer Ausschnitte der Szene und dem situativ fernen Kontextgegenstand hin und her.

Diese Interpretation der Wirkung des situativ fernen Kon-

textgegenstandes als "aufmerksamkeitsanziehende Eigenschaft" ist jedoch nicht die einzig mögliche.

Es könnte sein, daß der situativ ferne Kontextgegenstand die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation, die einer gezielten Suche vorausgehen muß, beeinträchtigt und es deswegen zur allgemeinen Suchzeitverzögerung kommt. Das Konzept einer ganzheitlichen Suchrepräsentation läßt sich anhand einer Untersuchung von Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy (1974) veranschaulichen: In Experiment 1 bestand die Aufgabe darin, nach der tachistoskopischen Darbietung der Szene, einen von zwei Szenentiteln auszuwählen.

Die Selektion eines Szenentitels wird nach Darbietung einer organisierten Szene korrekter vorgenommen (der Prozentsatz richtiger Antworten ist höher) als nach Darbietung einer unorganisierten Szene. Diese Leistungsunterschiede sind von der Darbietungsdauer abhängig: Mit zunehmender Darbietungsdauer der Szene verschwinden die Unterschiede zwischen der organisierten und unorganisierten Szene.

Während man aus dieser Untersuchung schließen könnte, daß die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation im wesentlichen aus einer abstrakt-klassifikatorischen Vorverarbeitung der Gesamtszene besteht, ist es notwendig zu vermerken, daß noch eine Reihe anderer Prozesse für die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation von zentraler Bedeutung sind. In erster Linie ist hier an Vorgänge der *Orientierung* zu denken.

Zu den Faktoren, die die Orientierung verändern, gehören u.a. die Raumkoordinaten des Bildes (oben-unten; rechts-links; vorne-hinten), die Auflösungsstärke (durchschnittliche Größe der Bildobjekte), Trennschärfe (Diskriminierbarkeit der Bildobjekte im Hintergrund) und Besonderheiten des Informationsträgers (sind die Invarianzen, die die Information enthalten, Punkte, Linien, Flächen oder dgl.?) (Reinert 1981b).

Neben den Orientierungsprozessen und den Abstraktionsvorgängen müssen auch "analoge" Kodierungen unterschiedlicher Auflösungsstärke in Rechnung gestellt werden (eine ausführlichere Diskussion dieser Probleme findet sich auf S. 275ff.).

Im folgenden Text wird statt der umständlichen Formulierung "Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation" verkürzend der Begriff "Orientierung" verwendet. Es darf dabei jedoch nicht aus dem Bild geraten, daß die anderen Prozesse bei der Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation immer mit impliziert sind.

Die anhand des Experimentes von Biederman et al. (1974) nachgewiesene Beeinträchtigung der Orientierung durch die räumliche Unorganisiertheit der Szene könnte auch in Bedingungen "mit situativ fernem Kontextgegenstand" von Bedeutung sein. Der situativ ferne Kontextgegenstand könnte ebenso wie die "Unorganisiertheit" der Szene den Aufbau eines Orientierungsschemas zur Suche verzögern und damit zu einer generellen Reaktionszeiterhöhung führen.

Diese beiden Interpretationsansätze zur Erklärung der Wirkung des situativ fernen Kontextgegenstandes scheinen zunächst in völligem Widerspruch zueinander zu stehen.

Es muß jedoch die Möglichkeit erwogen werden, daß es sich bei den zwei angenommenen Wirkungsmechanismen - "Verzögerung der Orientierung" und "Aufmerksamkeitsanziehung" - um komplementäre Vorgänge handelt. Biederman et al. (1974) nehmen an, daß zwei Typen der Informationsverarbeitung von Bedeutung sind:

1. Eine globale Informationsverarbeitung der gesamten Szene und
2. die Durchmusterung von Einzelobjekten.

Geht man nun *nicht* von der Annahme aus, daß "Stufe eins" vollständig abgeschlossen sein muß bevor mit "Stufe zwei" begonnen werden kann,[1)] so ist eine komplementäre Wirkung von "Aufmerksamkeitsanziehung" und "Verzögerung der Orientierung" folgendermaßen denkbar: das, was der situativ ferne Kontextgegenstand an Aufmerksamkeit erfährt, geht der Orientierung für die Gesamtszene verloren.

Zunächst soll jedoch die Interpretation (Aufmerksamkeitsanziehung) anhand von Befunden aus der Literatur diskutiert werden. Die These der "Aufmerksamkeitsanziehung" durch einen situativ fernen Kontextgegenstand erlaubt spezifische Vorhersagen hinsichtlich der Fixationshäufigkeit und Dauer. Daher sollen im folgenden Augenbewegungsuntersuchungen hinsichtlich folgender Fragestellungen gesichtet werden:

a) Was läßt sich über die Häufigkeit und Dauer von Fixationen situativ ferner Kontextobjekte sagen?
   Wie entwickeln sich Fixationsdauer und Häufigkeit mit zunehmender Verarbeitungszeit?

b) Wie verändern sich Fixationsdauer und Häufigkeit in Abhängigkeit von Aufgabenunterschieden?
   Diese Frage ist auch für spätere Oberlegungen von zentraler Bedeutung, weil der situativ ferne Kontextgegenstand in Abhängigkeit davon, ob ein situativ naher oder ferner Suchgegenstand aufgefunden werden soll, die "Aufgabenrelevanz" des fernen Kontextgegenstandes verändert.

c) Was läßt sich aufgrund von Augenbewegungsuntersuchungen zur Beschaffenheit einer Orientierungsphase sagen?

[1)] *Die Entnahme der Informationsstichproben kann dabei durchaus (schon aus logischen Gründen) auf der Orientierung aufbauen. Die Orientierung muß jedoch nicht zum Abschluß gelangen, bevor mit der Detailverarbeitung begonnen wird. Beide Prozesse können sich in ihrem Auftreten abwechseln.*

Diese drei Fragen sollen auf dem Hintergrund der Überlegungen diskutiert werden, warum ein situativ ferner Kontextgegenstand in anderer Weise verarbeitet wird als ein situativ ferner Suchgegenstand.

Der Anknüpfungspunkt zur Untersuchung von situativ fernen Objekten mit Hilfe von Augenbewegungsmessungen kann in der Arbeit von Loftus (1976) gefunden werden. In dieser Arbeit, die eine für die Forschung fruchtbare "Verwirrung" geschaffen hat, werden in unreflektierter Weise situativ ferne Objekte als "informationshaltiges Detail" bezeichnet und der entsprechenden Forschungstradition (Mackworth & Morandi, 1967) zugeordnet. Dabei verwendet Loftus (1976) eine völlig andere Definition von Informationshaltigkeit als Mackworth & Morandi (1967). Ein Objekt ist in dem Maße informativ, in dem es eine geringe Auftretenswahrscheinlichkeit innerhalb des Bildes besitzt. Z.B. ist ein Seepolyp in einer Bauernhofszene ein informationshaltigeres Detail als ein Traktor in derselben Szene. Dagegen wurde bei Mackworth & Morandi (1967) und in den Nachfolgeuntersuchungen die Informationshaltigkeit üblicherweise so ermittelt, daß eine Zerlegung des gesamten Bildes in kleine Quadrate erfolgte und diese Quadrate hinsichtlich ihrer Informationshaltigkeit eingeschätzt werden sollten. Dabei wird Informationshaltigkeit dadurch operationalisiert, daß der Betrachter auf einer Schätzskala angeben soll, wie gut ein Quadrat bei späterer Gelegenheit wiedererkannt werden kann (Mackworth & Morandi 1967) oder in welchem Ausmaß das einzelne Bildsegment zur Gesamtaussage des Bildes beiträgt (Antes 1974).

Die Augenbewegungsuntersuchungen zum informativen Detail ergeben eindeutig, daß die Fixationshäufigkeit und die Fixationsdauer für informationshaltige Bereiche des Bildes größer als für weniger informationshaltige Bereiche ist. Wenn man Informationshaltigkeit und situative Ferne des

Kontextobjektes ohne weiteres gleichsetzen könnte, dann wäre verständlich, warum der situativ ferne Kontextgegenstand zu einer generellen Verzögerung der Suche führt: der situativ ferne Kontextgegenstand wird häufiger und länger fixiert als andere Gegenstände aus der Bildszene und der Zeitbetrag, der für diese Fixationen benötigt wird, erhöht die Gesamtdauer der Suche.

Eine Gleichsetzung von Informationshaltigkeit und situativer Ferne, wie sie von Loftus (1976) vorgeschlagen wurde, ist aus 2 Gründen nicht ohne weiteres möglich:

1) Im Skalierungsverfahren erhalten bei der Bildbetrachtung hauptsächlich kleinere Details, die scharf konturiert sind, hohe Einschätzungen auf der Informationshaltigkeitsskala. Einheitliche Farbflächen werden dagegen als uninformative Details angesehen. Daraus folgt, daß informative Details gleichzeitig besser diskriminierbar als uninformative Details sind und aufgrund rein visueller und nicht "semantischer" Merkmale die Aufmerksamkeit auf sich ziehen könnten.

2) Informationshaltig sind Bildteile, die zur Gesamtaussage des Bildes besonders viel beitragen. Bei diesen Bildteilen muß es sich nicht um situativ ferne Objekte handeln. Auch Objekte großer situativer Nähe können sehr informationshaltig sein. In einer Szene, in der ein Mann mit dem Hammer einen Nagel in die Wand schlägt, wird wahrscheinlich der Bildteil, der den Hammer und den Nagel enthält, besonders hohe Werte auf der Informationshaltigkeitsskala zugeordnet bekommen. Diese Gegenstände befinden sich im Zentrum des Handlungskontextes und besitzen in diesem Sinne hohe situative Nähe.

Daraus wird verständlich, warum Pollack & Spence (1968) im Suchexperiment kürzere Suchzeiten und weniger Fehler für informationshaltigere als für weniger informationshaltige Gebiete finden konnten. Dieser Befund, der innerhalb der informationstheoretischen Tradition von Attneave (1959) und Mackworth steht, widerspricht bei oberflächlicher Betrachtung den Befunden der Experimente 1-4, bei denen der situativ ferne Suchgegenstand, also ein sehr informationshaltiger Bildteil, längere Suchzeiten benötigt als ein situativ naher Suchgegenstand. Dieser Widerspruch löst sich jedoch auf, wenn man berücksichtigt, daß es sich bei den informationshaltigen Gebieten im Experiment von Pollack & Spence (1968) keineswegs um situativ ferne Objekte, sondern um Bildteile großer situativer Nähe handelt, wobei situative Nähe hier im Sinne einer "zentralen Stelle im Handlungskontext" aufgefaßt wird.

Im Rahmen dieser Vorbehalte zur Gleichsetzung von situativer Ferne und Informationshaltigkeit erscheint es jedoch sehr wahrscheinlich, daß eine Skalierung der Bilder von Experiment 1-4 hinsichtlich der Informationshaltigkeit der einzelnen Objekte das Ergebnis erbringen würde, daß die hier verwendeten situativ fernen Bildobjekte informationshaltiger als die situativ nahen Bildobjekte sind. Wenn die hier gebrauchten situativ fernen Kontextgegenstände jedoch tatsächlich informationshaltiger als situativ nahe sind, so wird auf dem Hintergrund der Augenbewegungsuntersuchungen deutlich, daß die situativ fernen Kontextgegenstände auch häufiger und länger fixiert werden. Daß situativ ferne Gegenstände häufiger fixiert werden als situativ nahe, ist keine neue Entdeckung.

Bereits Buswell (1935) hat beim Registrieren von Mustern von Blickbewegungen gefunden, daß sich die Fixation auf die allgemeinen Interessengebiete innerhalb des Bildes konzentrieren.

In seinen umfassenden Untersuchungen hat Yarbus (1967) zu ermitteln versucht, von welchen Faktoren die Augenbewegungen bei der Betrachtung komplexer Bilder beeinflußt werden.

Er untersucht den Einfluß von Komplexität, Helligkeit, Kontur etc. auf Augenbewegungen und gelangt zu dem Ergebnis, die Augenbewegungen seien annähernd unabhängig von diesen Materialfaktoren des Bildes. Seine Beobachtungen weisen stattdessen darauf hin, daß der Betrachter oft seine Aufmerksamkeit auf Objekte richtet, die in dem entsprechenden Kontext ungewöhnlich und unvertraut oder unverständlich sind. Yarbus (1967) gelangt zu der Schlußfolgerung, der Betrachter fixiere Elemente, die brauchbare und wesentliche Informationen enthalten.

Innerhalb der Tradition der Blickdaueranalysen ("looking time") ist bekannt, daß das neue und inkongruente Objekt eines Bildpaares längere Zeit über fixiert wird als das vertraute und kongruente (Berlyne 1958). Ob die Neuheit von Bildern über eine Skalierung ermittelt (Leckart & Wagner 1967), durch inkongruente Nebeneinanderstellung erzeugt (Faw & Nunnally 1967) oder über die Auftretenshäufigkeit und die damit einhergehende Gewöhnungsdauer operationalisiert wird; in jedem Fall trägt diese Neuheit zur Erhöhung der Blickdauer (Beobachtungsdauer) bei. Die sich anläßlich der verschiedenen Neuheitsbegriffe ergebende Frage nach der exakten Beziehung und Abgrenzung zur situativen Ferne muß an eine spätere Stelle verlegt werden. In diesem Zusammenhang ist es interessant anzumerken, daß Berlyne diese Wirkung der Neuheit mit Hilfe einer auch physiologisch begründeten Orientierungsreaktion erklärt.

Diese aus der Literatur bekannten Befunde, die es verständlich machen, daß situativ ferne Objekte häufiger und länger als situativ nahe fixiert werden, werfen jedoch weit schwierigere Probleme auf, als sie zu lösen imstande sind. Es fragt sich nämlich, warum die generelle Suchzeitverzögerung durch den situativ fernen Kontextgegenstand nicht als Suchzeitverkürzung sichtbar wird, wenn ein situativ ferner *Suchgegenstand* aufgefunden werden soll. Aufgrund der oben angeführten Befunde sollte der situativ ferne Suchgegenstand ja ebenfalls häufiger und länger fixiert werden, zumal wenn er aufgrund der Instruktion aufgabenrelevant ist.

Es gibt 2 Lösungsansätze für dieses Problem, die sich prinzipiell nicht ausschließen, sondern ergänzen können:

1) Den Augenbewegungsuntersuchungen zur Wirkung des informativen Details lag eine andere Aufgabe, nämlich eine freie Bildbetrachtung zugrunde. Die Suchinstruktion und die dadurch bei der Vp erzeugte Intention ein spezifisches Objekt zu finden, verändern den Verarbeitungsprozeß so, daß situativ nahe und ferne Objekte gleich häufig fixiert werden. Wenn man wie Yarbus (1967) und Buswell (1935) annimmt, daß der Betrachter Objekte fixiert, die wesentliche Informationen enthalten, so daß er bei der "freien" Betrachtung und in der natürlichen (ökologischen) Wahrnehmungssituation neue und augenblicklich handlungsrelevante Bildaspekte erfaßt, so wird verständlich, warum sich die Aufmerksamkeit ohne spezifische Instruktion auf situativ ferne Bildobjekte richtet. Wird dagegen ein spezielles Suchobjekt vorgegeben, so findet eine erheblich selektivere Wahrnehmung statt, die sich nicht primär auf neue Bildinformationen richtet. Bereits Yarbus (1967) hatte an komplexen Bildern eingehend analysiert, daß sich spezifische und differentielle Fixationsmuster in Abhängigkeit von der Instruktion und somit der Aufgabe des Betrachters ergeben.

   Diese gesamte Erklärung hat jedoch nur begrenzten Wert. Zwar haben Nodine, Carmody & Kundel (1978) beim Vergleich von freier Betrachtung und Suchaufgabe hinsichtlich der Fixationshäufigkeit und des zeitlichen Verlaufs der Fixationshäufigkeiten in Abhängigkeit vom informativen Detail bezeichnende Aufgabenunterschiede gefunden. In Suchaufgaben werden die informativen Gebiete insgesamt seltener als in freien Betrachtungsaufgaben fixiert, und es ergibt sich in Suchaufgaben im Gegensatz zur freien Betrachtung eine von der Betrachtungsdauer unabhängige,

konstante Fixationsrate. Die informationshaltigeren Gebiete werden jedoch auch in der Suchaufgabe noch häufiger fixiert als die informationsärmeren Gebiete.

Abgesehen davon, könnte dieser Erklärungsansatz nicht verständlich machen, warum in der vorliegenden Suchaufgabe die informationshaltigeren (situativ fernen) Kontextobjekte die Suche generell beeinträchtigen. Die Erklärung würde im Extremfall die "Irrelevanz" des situativ fernen Kontextobjektes auf das Suchverhalten postulieren, was mit den Befunden nicht vereinbar ist.

2) Während bei der freien Bildbetrachtung die Fixationshäufigkeit und -dauer, die das informationshaltige Detail erfährt, über längere Zeitspannen hinweg (meistens 10 Sekunden lang) registriert werden, erweisen sich bei der Suche nach Objekten, die in dem Bild vorhanden sind - je nach Komplexität des Bildes - Suchzeiten von 1 - 3 Sekunden als relevant. Wenn dieser Sachverhalt zur Erklärung herangezogen werden soll, so müßte eine genauere Zeitanalyse des Fixationsverhaltens das Resultat erbringen, daß das informative Detail erst nach einem Intervall von etwa 1 - 2 Sekunden hinsichtlich der Fixationshäufigkeit und -dauer bevorzugt wird, während sich in der Zeitspanne vorher keine Fixationshäufigkeitsunterschiede bei informativem und weniger informativem Detail ergeben. Sollte sich diese Annahme aus den Augenbewegungsexperimenten belegen lassen, dann würden sich die Widersprüche dadurch auflösen, daß in den beiden Aufgabentypen die Verarbeitung zu sehr verschiedenen Zeiten untersucht wird.

Antes (1974) hat den Zeitverlauf von Augenbewegungen analysiert, wobei die Aufgabe des Betrachters darin bestand, sich ein ästhetisches Urteil über das Bild zu verschaffen.

Es fand sich eine positive Korrelation zwischen Informationshaltigkeit und Fixationshäufigkeit. Die mittlere Fixationsdauer war am Anfang der Bildbetrachtung generell gering, und das mittlere Ausmaß der Augenbewegungen (zurückgelegte Entfernung zwischen Fixationen) reduzierte sich mit zunehmender Betrachtungsdauer. Das für die augenblickliche Fragestellung entscheidende Ergebnis bestand jedoch darin, daß die zuerst fixierte Bildeinheit weniger informationshaltig war als die daraufhin fixierten Einheiten. In der 2. und 3. Fixation werden die informationshaltigsten Gebiete erfaßt. Dieser Befund widerspricht der Vermutung von Mackworth & Morandi (1967), informationsreiche Bildregionen würden zu Anfang und zu Ende der Exploration gleich häufig fixiert. Statt dessen bestätigen die Zunahme der Fixationsdauer, die Abnahme der Entfernung zwischen Fixationen mit zunehmender Betrachtungsdauer und der Befund, daß die zuerst fixierte Bildeinheit informationsärmer als die daraufhin fixierten Einheiten ist, die Existenz einer von vielen Autoren angenommenen Orientierungsphase; diese Orientierungsphase geht der Fixation informativer Details voraus.

Bereits Buswell (1935) hat zwei Muster von Augenbewegungen beim Betrachten komplexer Szenen angenommen: einen generellen Oberblick, bei dem die Augen in kurzen Intervallen über das gesamte Bild wandern und sich an diese Oberblicksphase anschließende längere Fixationen in konzentrierten Bildgebieten. Karpov, Luria & Yarbus (1968) gelangen in ihrem Zwei-Stufenmodell ebenfalls zu der Vorstellung, daß erst auf die Orientierungsphase die Fixation informativer Details folgt. Gould (1976) kommt aufgrund seiner experimentellen Augenbewegungsforschung zu der Oberzeugung, daß ein Betrachter die Fähigkeit besitzt, die Größe seines Feldes fokaler Aufmerksamkeit zu regulieren. Er vermutet, daß die ersten beiden Fixationen relativ globaler Art sein könnten

und - am "Zoom-Linsen"-Beispiel verdeutlicht - einen großen Bildausschnitt erfassen würden. Entsprechend dieser Auffassung sind diese beiden ersten Fixationen dazu bestimmt, wichtige und informationsreiche Gebiete des Bildes ausfindig zu machen, die dann "angezoomt" werden.

Nodine, Carmody & Kundel (1978) teilen die Ansicht, daß Fixationen kurzer Dauer im Gefolge langer Sakkaden einen globalen Oberblick liefern, während längere Fixationen nach kurzen Sakkaden der Verarbeitung von Details zugeschrieben werden (Mackworth 1976). Kundel & Nodine (1978) gelangen bei ihrer Analyse von Augenbewegungen beim Suchen zu der Feststellung, daß die Suche mit einigen wenigen weit erstreckten, kreisförmigen Fixationen beginnt, so als sollte ein vorläufiger Oberblick gewonnen werden, ehe sich eine Detailanalyse anschließt. Eine ähnliche Beobachtung machte Brandt (1940) bei der Analyse des Sehverhaltens bei der Betrachtung von Werbung.
Aufgrund dieser Zwei-Stufentheorien der Wahrnehmung - wobei informative Details erst in der zweiten Stufe gegenüber anderen Bildregionen profitieren -, ergibt sich nun folgende Interpretation für die Wirkung situativ ferner Kontextobjekte:

Situativ ferne Kontextobjekte werden erst nach Ablauf der Orientierungsphase häufiger und länger fixiert. Ober die Dauer der Orientierungsphase gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Zeitangaben. Wenn man für die Dauer einer Fixation 300 msec. annimmt und das informative Detail bereits nach zwei Fixationen besondere Beachtung erfährt, dann sollte sich in Suchaufgaben, wo die Suchzeiten über 600 msec. liegen, eine schnellere Suche dieser informativen Details ergeben. Diese Berechnung ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse in den vorliegenden Experimenten übertragbar:

1) Die Dauer der Orientierungsphase ist von der Komplexität des Bildes abhängig. In komplexen und unüberschaubaren Bildern dauert die Orientierungsphase länger als in weniger komplexen.

2) Die Dauer der Orientierungsphase hängt von der Größe und Abgehobenheit des situativ fernen Objektes in Relation zum Kontext ab. Je größer das situativ ferne Objekt und je mehr es sich von seiner Umgebung abhebt, um so kürzer ist die der Detailanalyse vorausgehende Orientierungsphase bezogen auf dieses Objekt, d.h. je nach Aufgabe und Reizkonstellation verändert sich die Dauer der Orientierungsphase.

   Speziell aufgrund der Abhängigkeit der Orientierungsphase von der Größe und Abgehobenheit des situativ fernen Objektes erklärt sich, warum der situativ ferne Suchgegenstand nicht in allen Bedingungen im gleichen Ausmaß förderlich wirkt wie der situativ ferne Kontextgegenstand aufgrund der ihm zukommenden Aufmerksamkeitszuwendung beeinträchtigend wirkt. Der situativ ferne Kontextgegenstand hatte wegen seiner Größe, Position und Farbigkeit eine exponierte Stellung. Dieser Umstand gewährleistet es, daß der situativ ferne Kontextgegenstand bereits nach kurzer Orientierungsphase beachtet und häufiger fixiert wurde. Dagegen waren die situativ fernen (und die situativ nahen) Suchgegenstände kleiner und weniger exponiert, so daß erst nach längerer - die Suchzeiten überschreitender - Orientierungsphase mit häufigeren Fixationen hätte gerechnet werden können.

Die Annahme, daß die Dauer der Orientierungsphase durch die Komplexität des Bildes und durch die Größe und Abgehogenheit des Such- oder Kontextgegenstandes beeinflußt wird, soll im folgenden aufgrund der verfügbaren Literatur über-

prüft werden. Eine Durchsicht der Literatur und daran anschließende theoretische Überlegungen sollen zeigen, inwieweit die Konzeption der Orientierungsphase aufrechterhalten werden kann und ob die Einflußfaktoren tatsächlich in der postulierten Weise wirksam werden. Die Ermittlung der Dauer der Orientierungsphase und die Faktoren, die die Orientierungsphase beeinflussen, haben sich bislang als ungelöstes Problem erwiesen. Zwar sprechen drei erwähnte Befunde - Zunahme der Fixationsdauer mit zunehmender Verarbeitungszeit, Abnahme der zurückgelegten Entfernung zwischen Fixationen und Entdeckung des informativen Details nach der 2. Fixation - zunächst für die Existenz einer Orientierungsphase. Die Konzeption einer allen übrigen Fixationen vorausgehenden, getrennten Orientierungsphase soll im folgenden geprüft werden.

Wenn es stimmt, daß es orientierende und verarbeitende Fixationen gibt (evtl. Fixationen, in denen überhaupt keine Informationen aufgenommen werden: "ins Leere starren"), dann müßte sich bei der Analyse der Häufigkeitsverteilung der Fixationszeiten eine bimodale oder gar trimodale Verteilung zeigen. Dabei würden kurze Fixationen für Orientierung, mittlere Fixationen für Verarbeitung und lange Fixationen für fehlende Informationsverarbeitung sprechen. Cohen (1977) hat diese Untersuchung der Häufigkeiten der Fixationsdauer vorgenommen und gelangt zu einer eindeutig unimodalen Verteilung.

Er zieht daraus den Schluß, daß die Dauer der Fixationen kein Kriterium für die Unterscheidung der drei Fixationsabsichten sein kann. Mit dem Verlassen dieser ursprünglich von Purkinje (1825) geäußerten Theorie, daß drei verschiedene Fixationszeiten die Unterscheidung von drei verschiedenen Fixationsabsichten gestatten, gelangt Cohen gleichzeitig zu der Überzeugung, daß detaillierte Information,

der ein spezielles Interesse gilt, durch foveale Wahrnehmung aufgenommen wird, während periphere Wahrnehmung *simultan* zur Exploration von Umgebungsregionen dient; auf diese Weise steuert die periphere Wahrnehmung, welche Region als nächstes fixiert wird. Nach dieser auch von einer Reihe anderer Autoren (Engel 1977; Trevarthan 1978; Saida & Ikeda 1979) vertretenen Theorie hat jede Fixation gleichzeitig eine orientierende und eine verarbeitende Funktion.

Gegen diese Argumentation können aber drei Einwände erhoben werden:

1) Cohen (1977) hat seine Fixationsdaten in Felduntersuchungen gesammelt. Es ist leicht zu sehen, daß Prozesse der Orientierung in der realen Welt anders beschaffen sein müssen als bei plötzlicher tachistoskopischen Darbietung von Bildern. In der realen Welt ist üblicherweise eine Kontinuität der Umweltausschnitte gewährleistet, so daß man fortdauernde Orientierung besitzt und sich nicht plötzlich neu orientieren muß.

2) Auch auf der Befundlage von Cohen (1977) ist nicht ausgeschlossen, daß der Anteil der orientierenden Funktionen bei den ersten Fixationen stärker ausgeprägt ist als bei den späteren Fixationen. Darauf deuten auch Experimente, die das Augenbewegungsverhalten bei häufigerer Darbietung des gleichen Bildes oder in Abhängigkeit von Obungseinflüssen untersuchen (Furst 1971; Antes 1974). Antes (1974) gelangt bei dieser Analyse zu dem Schluß, daß die Orientierungsphase im Laufe der Obung völlig verschwindet.

3) Auch wenn man annimmt, daß jede Fixation orientierenden und verarbeitenden Charakter besitzen kann, ist damit ja noch nichts über die funktionale (und logische) Abhängigkeit dieser beiden Prozesse gesagt.

Als nächstes soll die Frage behandelt werden, wie sich die Orientierungsfunktion einer Fixation in Abhängigkeit von der Komplexität der Reizgrundlage und der Größe und Abgehobenheit der Einzelobjekte verändert.

Bereits Mackworth (1965) hat gefunden, daß das nutzbare Gesichtsfeld bei einer 100 msec. langen Darbietungszeit der Reizgrundlage von 10° auf 20° reduziert werden kann, wenn zwischen 3 Buchstaben zusätzlich ("noise") Buchstaben eingeführt werden. Eine völlig anderes Ergebnis wird sichtbar, wenn ein einziges großes Objekt in der Peripherie entdeckt werden soll. Unter diesen Bedingungen ist es möglich, Objekte in einer Entfernung von 50° - 90° vom Fixationspunkt zu entdecken und in einer Entfernung von 10° - 15° zu identifizieren (Edwards & Goolkasian 1974).

In einer Untersuchung von Mackworth (1976) zur peripheren Diskrimination sollte die Vp in einem ständigen Strom von schwarzen Kreisen ein schwarzes Quadrat entdecken. Neben diesem Bildausschnitt, der zentral fixiert werden sollte, konnten in einem peripheren Bildausschnitt ebenfalls schwarze Quadrate erscheinen, auf die auch reagiert werden sollte. Die Entfernung zwischen zentralem peripherem Bildausschnitt wurde dabei variiert. Der Prozentsatz der Entdeckungen des "targets" im peripheren Bildausschnitt nahm als Funktion der Entfernung der Bildausschnitte ab. Mackworth (1976) gelangt zu der Schlußfolgerung, daß die Grenzen des nutzbaren Gesichtsfeldes durch die Größe des "targets" und die Ähnlichkeit des targets zu den Kontextelementen beeinflußt wird (S. 141ff. und 223ff.).

In einem Anschlußexperiment hat Mackworth (1976) die Auswirkung der Gesamtweite (in Grad) und Dichte des Kontextes (Komplexität) auf die visuelle Suche und das Augenbewegungsverhalten untersucht. Er fand einen Einfluß der Dichte auf

die Fixationsdauer und Suchgenauigkeit. Mackworth (1976) vergleicht in diesem Zusammenhang die Entfernung zwischen Fixationen in zwei Aufgaben. In der ersten Aufgabe sollte nach einem kleinen Objekt gesucht werden; die zweite Aufgabe dagegen machte das Erkennen eines großen Objektes erforderlich. Mackworth fand, daß bei der Suche nach einem kleinen Objekt das nutzbare Gesichtsfeld erheblich kleiner als beim Erkennen eines großen Objektes ist. Mackworth vergleicht das enge Gesichtsfeld mit einer "Zoom Linse". Die Verengung des visuellen Gesichtsfeldes hat die Funktion visuelle "Oberlastung" zu verhindern.

Die Befunde von Mackworth (1976) sind mit denen von Engel (1977) vergleichbar. Engel (1977) hat zur Erfassung der zur Diskussion stehenden Befunde folgende Theorie entwickelt (Abb. 11): Auf der ersten Stufe findet eine *räumliche* Selektion statt. Mit zunehmender Entfernung von der Fovea wird die Repräsentation der Objekte schwächer. In der sich daran anschließenden Stufe der "feature-Extraktion" wird das Deutlichkeitsfeld durch gegenseitige Hemmung zwischen Einheiten mit identischen "features" begrenzt. Das Deutlichkeitsfeld ("conspicuity area") ist dabei als das visuelle Feld definiert, in dem Suchobjekte nach einer einzigen Fixation entdeckt werden können. Große und von der Umgebung abgehobene Objekte besitzen ein weites Deutlichkeitsfeld. Die unwillentliche Kontrolle der Augenbewegungen erfolgt nach der selektiven Aufmerksamkeitszuwendung. Diese unwillentliche Kontrolle wird durch höhere kognitive Prozesse gesteuert (auf dieser Stufe wirken sich Instruktionen und Aufgabenerfordernisse aus). Die Beziehung zwischen willentlicher und unwillentlicher Kontrolle wird von Engel (1977) folgendermaßen verdeutlicht: Wenn ein kritisches Merkmal die Aufmerksamkeit an sich zieht, wird eine Augenbewegung in die entsprechende Richtung eingeleitet. Lediglich wenn die Entscheidung "kein

target" auf der kognitiven Stufe schnell genug ausgeführt wird, kann die unwillkürliche Fixation durch willkürliche Kontrolle unterdrückt werden.

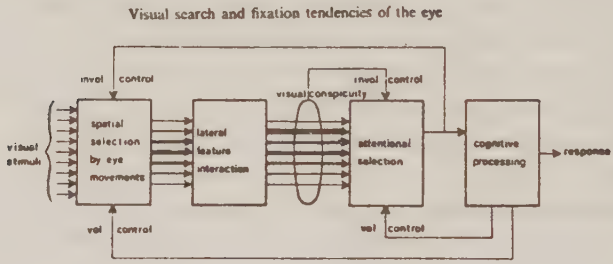


Abb. 11: Von Engel (1977) entwickeltes Modell zur Erfassung der Einflußfaktoren der Suchgrundlage und der willentlichen und unwillentlichen Kontrolle bei der selektiven Aufmerksamkeitszuwendung (Erläuterung im Text S. 121).

In ähnlicher Weise wie Engel (1977) unterscheidet Trevarthen (1978) unter Verwendung einer anderen Terminologie zwischen "attracted scan" und "projected scan". Die Relation zwischen fovealer und peripherer Wahrnehmung kann nach seiner Auffassung in zweierlei Weise beschaffen sein. Neue Merkmale können in der Peripherie erscheinen und weitere Aufmerksamkeit auf sich ziehen ("attracted scan") oder Merkmale können aus dem bereits verfügbaren Wissen erschlossen werden und die Aufmerksamkeit dazu veranlassen, dahin "projiziert" zu werden, wo sich die Merkmale befinden sollten ("projected scan").

In der bisherigen Diskussion ist die Frage erörtert worden,

wie ein situativ ferner Kontextgegenstand die Aufmerksamkeit an sich zieht, so daß er eine große Fixationshäufigkeit und -dauer für sich beansprucht. Das Konzept der "Orientierungs*phase*" ist in seinem Prinzip verallgemeinert worden. Auf diese Weise gelangt man zu der Erkenntnis, daß jede Fixation eine Orientierungs*funktion* besitzen kann. Es ist aufgezeigt worden, daß die Orientierungsfunktion von der Beschaffenheit der Objekte in Relation zur Suchgrundlage und von der Aufgabenstellung abhängig ist. In einer der neuesten Untersuchungen zu diesem Fragenkomplex (Friedman 1979) ist erneut bestätigt worden, daß die mittlere Fixationsdauer für Szenenobjekte sich in Abhängigkeit von der geschätzten Auftretenwahrscheinlichkeit dieser Objekte in der Szene verändert. Mit abnehmender Auftretenswahrscheinlichkeit nimmt die Fixationsdauer zu. Wenn man diesen gesicherten Befund für die Interpretation der Wirkung des situativ fernen Kontextgegenstandes zugrunde legt, so stellt sich die Frage nach der Auswirkung dieser Aufmerksamkeitsanziehung auf die Orientierungsfunktion. Die Beachtung, die der situativ ferne (aufgabenirrelevante) Kontextgegenstand erhält, geht zu Lasten der Orientierung für die Suche nach einem situativ nahen Suchobjekt, denn im Gegensatz zu anderen situativ nahen Szenenobjekten kann der ferne Kontextgegenstand kein "projected scan" im Sinne einer "erschlossenen", zielgerichteten Augenbewegung auslösen. Damit wird das Komplementäre der Erklärungsansätze "Aufmerksamkeitsanziehung" und "Orientierungsverlust" für die beeinträchtigende Wirkung des fernen Kontextgegenstandes verständlich.

Aufgrund dieser Diskussion läßt sich also die These stützen, daß der situativ ferne Kontextgegenstand sowohl die Orientierung beeinflußt, als auch die nachfolgende Entnahme der Informationsstichproben. Bei der Entnahme der Informationsstichproben erfährt der ferne Kontextgegenstand immer wie-

der Beachtung und erhöht insofern die Gesamtzahl der Informationsstichproben. Die Auswirkung des fernen Kontextgegenstandes auf beide Prozesse führt somit zu der gefundenen generellen Reaktionszeiterhöhung.

Zur Interaktion der Faktoren "situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand"

Wenn die Oberlegungen zur Wirkung des fernen Kontextgegenstandes auf die Orientierung in der Szene und die Aufmerksamkeitsanziehung stimmen, so sollte sich diese im allgemeinen beeinträchtigende Wirkung unter bestimmten Bedingungen als förderlicher Effekt darstellen. Dies ist tatsächlich der Fall. Bei der Suche nach situativ fernen Objekten erweist sich der ferne Kontextgegenstand als hilfreich. Situativ nahe Suchobjekte werden dagegen bei Vorhandensein eines fernen Kontextobjektes in der Szene vergleichsweise langsamer gefunden (Abb. 10, S.104). Daraus resultiert die signifikante Interaktion der Faktoren "situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand".

Aus Abb. 10 wird auch ersichtlich, daß der ferne Kontextgegenstand bei dieser Interaktion seine allgemein beeinträchtigende Wirkung beibehält.

Erklärungsbedürftig ist also, wie der ferne Kontextgegenstand auf dem Hintergrund seiner allgemein beeinträchtigenden Wirkung für die Suche nach situativ fernen Gegenständen hilfreich sein kann.

Die einfachste Erklärung lautet, daß der ferne Kontextgegenstand für den situativ fernen Suchgegenstand eine ähnlich orientierende Funktion haben kann wie die Gesamtszene

für den situativ nahen Suchgegenstand. Bei dieser Überlegung muß allerdings berücksichtigt werden, daß sich beide Sachverhalte dadurch unterscheiden, daß es im ersten Fall um die Relation von Einzelobjekten zueinander geht, während im zweiten Fall die Beziehung einer Szene zu einem Einzelobjekt bedeutsam wird. Folglich ist die Art der Beziehung der Einzelobjekte zueinander - z.B. ihre *kategoriale* Nähe oder Ferne (Experiment 4a vs. Experiment 3) - ausschlaggebend; die Schemafunktion der Szene (S. 89f. u. 301f.) tritt dagegen in den Hintergrund.

Auf die kategoriale Nähe bzw. Ferne der Einzelobjekte zueinander wird weiter unten (S. 128ff.) eingegangen.

Zur Interaktion von situativer Ferne des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie

In Abb. 12 wird diese Interaktion zwischen Ferne des Kontextgegenstandes und Reaktionskategorie für Experiment 4a dargestellt. Diese Interaktion ist in gleicher Weise in Experiment 3 gefunden worden.

In Abb. 12 ist allerdings diese Interaktion nur für die Suche nach situativ nahen Gegenständen dargestellt. Bei der Suche nach situativ fernen Gegenständen verkomplizieren sich die Verhältnisse, weil die kategoriale Beziehung der situativ fernen Such- und Kontextgegenstände zueinander bedeutsam werden (vgl. S.128ff., Abb. 13, S. 130), aufgrund dessen wird in Experiment 4a die Gesamtinteraktion zwischen "Ferne des Kontextgegenstandes" und "Reaktionskategorie" nicht mehr signifikant. Diese Sachverhalte ändern jedoch nichts an der Notwendigkeit, die in Abb. 12 dargestellte Interaktion zu interpretieren.

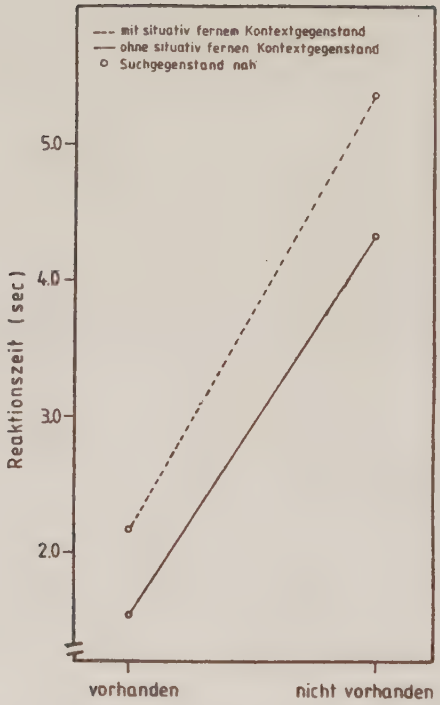


Abb. 12: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) bei der Suche nach einem situativ nahen Gegenstand in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein dieses Gegenstandes in der Szene. Die Hälfte der Szenen enthalten einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 20 Vpn aus Experiment 4a.

In den vorangehenden Experimenten war eine vergleichbare Interaktion der Faktoren "Organisation" und "Reaktionskategorie" gefunden worden. Die Erklärung lautet in diesem

Zusammenhang, daß in unorganisierten Szenen kleinere Informationsstichproben entnommen werden als in organisierten und daß folglich die Suchdifferenz zwischen beiden Bedingungen bei abbruchfähiger Suche geringer ist als bei vollständiger. Nun ist es aufgrund der vorangegangenen Diskussion zur Wirkung des situativ fernen Kontextgegenstandes unplausibel anzunehmen, daß die Größe der entnommenen Informationsstichproben reduziert wird. Es ist jedoch wahrscheinlich, daß der ferne Kontextgegenstand die *Zahl* der entnommenen Informationsstichproben aufgrund seiner aufmerksamkeitsanziehenden Eigenschaft erhöht; denn die Beachtung, die der ferne Kontextgegenstand erfährt, geht den anderen Objekten der Szene verloren, so daß die Szenen nur dann gleich vollständig durchmustert werden können, wenn im Falle des Vorhandenseins eines fernen Kontextgegenstandes in der Szene zusätzliche Informationsstichproben erhoben werden (diese Oberlegung gilt nur für den Fall fokussierter Aufmerksamkeit).
Die Ursache für die größere Zahl der Verarbeitungseinheiten ist im unorganisierten Fall die geringere Größe dieser Einheiten und bei Vorhandensein eines situativ fernen Kontextgegenstandes dessen aufmerksamkeitsanziehende Wirkung.

Um nun die Interaktion zwischen "Ferne des Kontextgegenstandes" und "Reaktionskategorie" verständlicher zu machen, soll folgende rechnerische Oberlegung vorgenommen werden: Wenn man annimmt, daß der ferne Kontextgegenstand nach jeder zweiten Fixation beachtet wird (Loftus 1972, 1976) und die gesamte Reaktionszeit bei der Suche nach dem situativ nahen Suchgegenstand etwa 1,6 Sek. beträgt, wenn kein situativ ferner Kontextgegenstand in der Szene enthalten ist, dann kann man bei einer durchschnittlichen Fixationsdauer von 400 Millisekunden 4 Fixationen errechnen. Im Falle des Vorhandenseins des situativ fernen Kontextgegenstandes würde jede dritte Fixation auf ihn entfallen, so daß statt

4 Fixationen 6 nötig werden würden. 6 Fixationen würden einer Reaktionszeit von 2,4 Sek. entsprechen. Die Differenz beträgt hier 800 Millisekunden. Bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes werden etwa 4,2 Sek. benötigt, um zu entscheiden, daß das situativ nahe Suchobjekt nicht vorhanden ist, wenn die Szene keinen fernen Kontextgegenstand enthält. Das entspricht etwa 10 Fixationen. Bei der Suche in einer Szene mit situativ fernem Kontextgegenstand würden dagegen etwa 15 Fixationen benötigt, was einer Suchzeit von 6 Sek. entspräche. Dieser Schätzwert liegt über dem tatsächlich erhaltenen von etwa 5,4 Sek. Diese Diskrepanz macht eine unausgesprochene Annahme in den obigen Oberlegungen deutlich, nämlich, daß die Fixationsrate für den situativ fernen Kontextgegenstand mit zunehmender Verarbeitungsdauer konstant hoch bleibt. Diese Annahme ist jedoch nicht gerechtfertigt. So kommt Antes (1974) bei seinen Augenbewegungsuntersuchungen zu dem Schluß, daß die informationshaltigen Gebiete sehr häufig innerhalb der ersten Fixationen fixiert werden und danach seltener (Antes 1974, S. 68). Die informationshaltigen Gebiete verlieren mit zunehmender Betrachtungshäufigkeit an Informationshaltigkeit.

Zur Suche nach einem situativ fernen Objekt: Unterschiede zwischen Experiment 3 und 4a

Bislang ist diskutiert worden, daß der ferne Kontextgegenstand die Suche generell beeinträchtigt. Bereits auf S. 124f. ist jedoch aufgewiesen worden, daß ganz spezifische Verhältnisse vorliegen, wenn ein ferner Kontextgegenstand im Bild ist und ein ferner Suchgegenstand aufgefunden werden soll. In diesem Falle übernimmt der ferne Kontextgegenstand für den fernen Suchgegenstand eine orientierende Funktion, dagegen ist die Suche nach einem situativ nahen Suchgegenstand vergleichsweise verlängert (Abb. 10, S. 104).

Es ist wichtig, im Auge zu behalten, daß das Befundmuster, das im folgenden diskutiert werden soll (Abb. 13, S. 130), aus der Überlagerung dieser beiden Effekte - generelle Beeinträchtigung durch den fernen Kontextgegenstand und spezifische Förderung durch den fernen Kontextgegenstand bei der Suche nach einem situativ fernen Objekt - resultiert. Diese Sachlage ist im hypothetischen Diagramm in Abb. 13 (S. 130) verdeutlicht. Die obere gestrichelte Funktion hätte Gültigkeit, wenn der ferne Kontextgegenstand keine spezifische Förderung für situativ ferne Suchobjekte bewirkte und lediglich seinen generell beeinträchtigenden Effekt hätte. Aus diesem Diagramm wird auch deutlich, daß die Interaktion von Reaktionskategorie und situativer Ferne des Kontextgegenstandes (Diskussion S. 125-128) durch die Oberlagerung der beiden Effekte verschleiert wird.

Damit sind die Grundlagen für die Diskussion der Beziehungen der situativ fernen Einzelobjekte zueinander geschaffen. In Experiment 4 gehörten der ferne Kontextgegenstand und der ferne Suchgegenstand der gleichen Kategorie an (z. B. beides Sportgeräte); dagegen entstammten die fernen Kontext- und Suchgegenstände in Experiment 3 unterschiedlichen Kategorien (z.B. ein Sportgerät und ein Autozubehörteil). Abb. 13 (S. 130) ist nun zu entnehmen, daß sich die kategoriale Nähe der Objekte zueinander bei Vorhandensein des Suchgegenstandes beeinträchtigend und bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes förderlich auswirkt.[1)]

Der Befund, daß sich kategoriale Nähe beeinträchtigend aus-

[1)] *Ein Vergleich der absoluten Reaktionszeiten aus Experimenten 3 und 4 ist hier nicht möglich, da die Experimente mit unterschiedlichen Versuchspersonenstichproben durchgeführt worden sind und Schwankungen von 200 Millisekunden die Zufallsgrenze nicht überschreiten. Daher ist ein Vergleich der* Relationen *der Reaktionszeitwerte zueinander notwendig.*

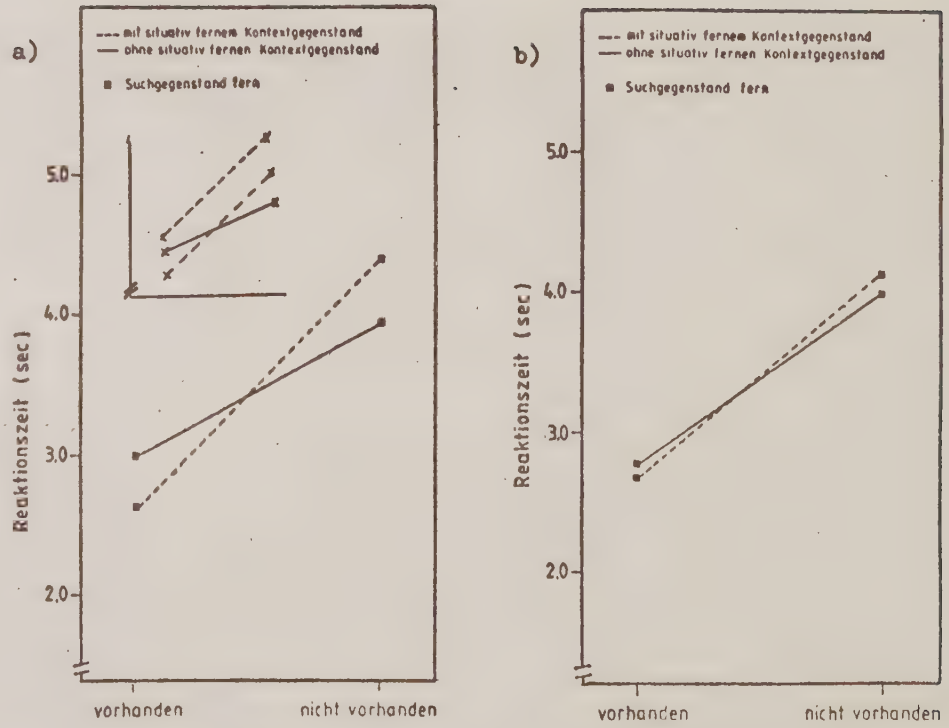


Abb. 13a und b: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sec.) bei der Suche nach einem situativ fernen Gegenstand für Experiment 3 und 4 in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein dieses Gegenstandes in der Szene. Die Hälfte der Szenen enthält einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von jeweils 20 Vpn. Das "hypothetische Diagramm" in Abb. 13a (oben) wird im Text S. 129 erläutert.

wirkt, läßt sich in der Literatur mit großer Regelmäßigkeit aufweisen (Henderson & Chard 1978; Bruce 1979; Schneider 1981). Einige Erklärungsmöglichkeiten sind bereits diskutiert worden (S. 51ff.).

Im Kontext der vorliegenden Experimente läßt sich die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe folgendermaßen interpretieren: Der ferne Kontextgegenstand verzögert die Bildung der Szenenrepräsentation und vermehrt - aufgrund seiner "aufmerksamkeitsanziehenden" Wirkung - die Zahl der entnommenen Informationsstichproben. Für die Suche nach situativ fernen Objekten hat der ferne Kontextgegenstand eine *direkte* und *indirekte* förderliche Wirkung: Die indirekte förderliche Wirkung besteht darin, daß das durch die Szene aktivierte Schema bei Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes nicht die Intensität und Eindeutigkeit für die Identifikation situativ naher Objekte besitzen kann und daher situativ ferne Objekte vergleichsweise weniger beeinträchtigt sind (vgl. S. 136f.). Die direkt förderliche Wirkung ergibt sich daraus, daß alle situativ fernen Objekte in einer Szene - auch wenn sie zu unterschiedlichen Kategorien gehören - relativ zur Szene eine andere Klasse von Objekten sind, so daß der ferne Kontextgegenstand eine orientierende Funktion für diese Objekte übernehmen kann. Im Falle kategorialer Nähe (und Vorhandensein des Suchobjektes) wird nun diese orientierende Funktion durch eine "hemmende Wirkung" überlagert.

Der beeinträchtigende Effekt kategorialer Nähe ist im vorliegenden Beispiel im wesentlichen auf den schwieriger werdenden Vergleichsprozeß zwischen Suchgegenstand und fernem Kontextgegenstand zurückzuführen. Die Vpn benötigen längere Zeit, um zu entscheiden, daß Suchgegenstand und ferner Kontextgegenstand verschieden sind, wenn beide Gegenstände der gleichen Kategorie entstammen. Im Fall kate-

gorialer Ferne der Gegenstände ist diese Entscheidung schneller zu treffen, was sich in entsprechend kürzeren Reaktionszeiten ausdrückt. Eine tiefergreifende Diskussion der beeinträchtigenden Wirkung kategorialer Nähe ist auf S. 51ff. und S. 315ff. zu finden.

Bislang ist die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe bei *Vorhandensein* des Suchobjektes diskutiert worden. Bei *Nicht-Vorhandensein* des Suchgegenstandes in der Szene findet sich jedoch ein widersprüchlicher Effekt: wenn der ferne Kontextgegenstand und der ferne Suchgegenstand den gleichen Kategorien entstammen, wird die Suche frühzeitiger beendet (Experiment 4a) als wenn sie zu verschiedenen Kategorien gehören (Experiment 3).

Dieses Ergebnis steht zunächst im Widerspruch zu Befunden aus der Literatur zur kategorialen Nähe. Hier zeigt sich regelmäßig, daß die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe zunimmt, je länger die Suche andauert (z.B. Henderson & Chard 1978; Schneider 1981). Dies ist auch verständlich, denn der Suchgegenstand muß ja mit einer Vielzahl von Objekten der Reizanordnung verglichen werden und da jeder Vergleich im Falle kategorialer Nähe schwieriger durchzuführen ist als im Fall kategorialer Ferne, kumuliert sich der beeinträchtigende Effekt kategorialer Nähe mit zunehmender Zahl der Vergleichsobjekte.

Diese Befunde aus der Literatur können aber nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse von Experiment 3 und 4a übertragen werden, denn hier ist jeweils nur *ein* ferner Kontextgegenstand in der Szene enthalten, so daß sich lediglich bei *einem* Vergleichsprozeß ein beeinträchtigender Effekt kategorialer Nähe ergeben kann. Diese beeinträchtigende Wirkung *eines* schwieriger werdenden Vergleichsprozesses kommt bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene

zum Tragen. Bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes ist diese beeinträchtigende Wirkung sicherlich anfänglich ebenfalls von Bedeutung. Mit fortdauernder Suche wird das Ergebnismuster jedoch durch andere Prozesse bestimmt. In erster Linie ist hier an die Eingrenzung des relevanten Suchbereichs zu denken.

Der ferne Kontextgegenstand hat in einer Aufgabe, in der ein situativ ferner, nicht vorhandener Suchgegenstand aufgefunden werden soll, de facto die Funktion, den relevanten Suchbereich einzugrenzen. Die Funktion, "den relevanten Suchbereich einzugrenzen", kann nicht übernommen werden, wenn nach einem situativ nahen Objekt gesucht werden soll.

Dabei wird angenommen, daß ein situativ ferner Kontextgegenstand bei der Suche nach einem fernen Suchgegenstand erheblich häufiger beachtet wird als bei der Suche nach einem situativ nahen Gegenstand. Diese unterschiedliche Beachtungshäufigkeit sollte sich in unterschiedlicher Fixationshäufigkeit für den fernen Kontextgegenstand und in beiden Bedingungen ausdrücken. Mit anderen Worten, der Fixationsquotient "Szenenobjekt zu situativ fernem Kontextobjekt" sollte sich in Abhängigkeit von der Aufgabe (Suche nach nahem vs. Suche nach fernem Gegenstand) verändern.

Es gibt Augenbewegungsuntersuchungen mit vergleichbarer Fragestellung, die diese Annahme bestätigen. Daß Gegenstände aufgrund steigender Aufgabenrelevanz häufiger beachtet (fixiert) werden, ist in sehr prägnanter Weise von Yarbus (1967) demonstriert worden. In Abhängigkeit davon, ob auf einem Bild das Alter der Person oder deren materiellen Verhältnisse beurteilt werden sollen, ergeben sich jeweils sehr bezeichnende Unterschiede in den Fixationsmustern (Yarbus 1967; Abbildung 109).

Eine vergleichbare Untersuchung haben Nodine, Carmody & Kundel (1978) durchgeführt. Sie haben die Fixationshäufigkeit in Abhängigkeit von der jeweiligen "Wichtigkeit" der Bildregion zur Lösung der Aufgabe untersucht. Die "Wichtigkeit" war in einem Skalierungsversuch erhoben worden. In einer Suchaufgabe war "Wichtigkeit" definiert worden als "Region enthält potentiell das 'target'", während in einer "freien Betrachtungsaufgabe" "Wichtigkeit" als "relevant zur Beschreibung der Szene" festgelegt wurde. Es zeigte sich, daß die Fixationshäufigkeit mit zunehmender "Wichtigkeit" der Bildregion zur Lösung der Aufgabe zunahm.

Nach der Theorie von Engel (1977) kann der jeweils unterschiedliche Fixationsquotient der hier aus der Zahl der Fixationen für Szenenobjekte in Relation zur Zahl der Fixationen für das situativ ferne Kontextobjekt gebildet wird, aufgrund des Zusammenwirkens von automatischer Aufmerksamkeitsselektion und kognitiven Kontrollprozessen verstanden werden.

Die Veränderung des Fixationsquotienten und speziell die häufigere Betrachtung des situativ fernen Kontextgegenstandes aufgrund der größeren Aufgabenrelevanz kann aber nur dann zur Erklärung der Daten herangezogen werden, wenn angenommen wird, daß sich mit der Umstrukturierung des relevanten Suchbereichs auch insgesamt die Abbruchfähigkeit des Suchprozesses verändert.

Das, was an Fixationshäufigkeit den Szenenobjekten verloren geht, scheint nicht völlig durch die steigende Fixationshäufigkeit für das situativ ferne Kontextobjekt kompensiert zu werden, denn sonst käme es nicht zu der beobachteten Interaktion. Diese unvollständige Ersetzung der Fixation der Szenenobjekte durch die Fixation des situativ

fernen Kontextobjektes wird verständlich, wenn man bedenkt, daß der Betrachter nach einer gewissen Fixationshäufigkeit des immer gleichen und aufgabenrelevanten Kontextobjektes "gesättigt" ist. Diese "Sättigung" ist bereits zur Erklärung der "nichtlinearen" Zunahme der Fixationshäufigkeit für das ferne Kontextobjekt bei der Suche nach einem situativ nahen, nicht vorhandenen Suchobjekt angenommen und aufgrund der Untersuchung von Antes (1974) belegt worden. Die förderliche Wirkung kategorialer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des fernen Suchobjektes und Vorhandensein des fernen Kontextobjektes kann nach dieser Theorie so interpretiert werden, daß mit zunehmender kategorialer Nähe die Aufgabenrelevanz des fernen Kontextgegenstandes zunimmt. Somit vergrößert sich die Fixationshäufigkeit für den fernen Kontextgegenstand und der Durchmusterungsprozeß bricht entsprechend der oben dargestellten Logik eher ab.

Wenn es stimmt, daß der situativ ferne Kontextgegenstand bei der Suche nach einem fernen Suchgegenstand die Funktion besitzt, den zur Lösung der Aufgabe relevanten Suchbereich einzugrenzen und die Szenenobjekte im Vergleich zum situativ fernen Kontextobjekt erheblich seltener fixiert werden, dann sollte sich das in einem Experiment zeigen, in dem die Suchszene um die Hälfte reduziert wird. Die Reduktion der Suchszene um die Hälfte sollte hier, verglichen mit den anderen experimentellen Bedingungen bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes, die Suchzeiten relativ weniger verkürzen, denn der relevante Suchbereich wird ja im wesentlichen durch den situativ fernen Kontextgegenstand und nicht durch die Suchszene bestimmt. Zu dieser Frage ist ein Experiment durchgeführt worden, das diese Vermutung bestätigt. Bei diesem Experiment handelte es sich um eine Variante von Experiment 4a (S. 138ff.).

Abschließend sei bemerkt, daß die Befunde von Experiment 3 und 4a noch einen weiteren, wenig beachteten Sachverhalt deutlich machen: Zwischen *kategorialer* und *situativer* Nähe scheint es einen grundsätzlichen Unterschied zu geben, denn während sich kategoriale Nähe bei Vorhandensein des Suchobjektes beeinträchtigend auswirkt, findet sich für situative

Nähe regelmäßig eine Suchzeitverkürzung. Dieser Sachverhalt soll in der allgemeinen theoretischen Diskussion gewürdigt werden (S. 315ff.).

Zur Annahme eines beeinträchtigenden Effektes situativer Ferne bei Vorhandensein des Suchobjektes: Eine Ergänzung

Es könnte sein, daß die starke Suchzeitverkürzung durch situative Nähe nicht ausschließlich auf förderliche Wirkungen in dieser Bedingung, sondern auf Beeinträchtigungen in der entsprechenden Vergleichsbedingung - also bei der Suche nach einem situativ fernen, vorhandenen Objekt - zurückzuführen sind. Diese Möglichkeit läßt sich aus den vorliegenden Befunden nicht ohne weiteres überprüfen. Sie soll daher anhand von Befunden in der Literatur beleuchtet werden.

Als relevant zur Beantwortung der Fragestellung ist die Arbeit von Palmer (1975a) anzusehen. Eine spezifisch beeinträchtigende Wirkung situativer Ferne kann nur in Relation zu einer Kontrollbedingung sichtbar werden, in der eine Bedingung ohne Kontextszene zu besseren Verarbeitungsleistungen führt als eine Bedingung mit "inadäquater" Kontextszene. Palmer (1975a) hat in seinem Experiment für 2 Sekunden eine Szene oder ein "leeres" Dia geboten. 1300 Millisekunden später erfolgte für die Dauer von 20, 40, 50 oder 120 Millisekunden die Darbietung eines Einzelobjektes. Die Aufgabe der Vp bestand darin, den Namen dieses Objektes aufzuschreiben. Beim Vergleich "keine vorhergehende Kontextszene" zu "vorhergehende adäquate Szene" ergibt sich der erwartete förderliche Effekt. Der für die vorliegende Fragestellung wichtige Vergleich "keine vorhergehende Szene" und "vorhergehende inadäquate Szene" erbringt eine beeinträchtigende Wirkung. Die Bedingung "vorhergehende inadäquate Szene" zerfiel in zwei Unterbedingungen. In einer hatte das

zu benennende "target-Objekt" visuelle Ähnlichkeit mit einem der Szenenobjekte; in einer anderen Unterbedingung war das nicht der Fall. Die Ergebnisse zeigen, daß in der erstgenannten Unterbedingung (visuelle Ähnlichkeit) die Wahrscheinlichkeit einer richtigen Benennung geringer als in der zweiten Unterbedingung war.

Palmer greift in seinem Erklärungsansatz auf Morton's "Logogen-Modell" zurück und interpretiert die Förderung und Beeinträchtigung aus der vereinten Wirksamkeit des Kontexteinflusses und der sensorischen Aktivierung. Die Wahrscheinlichkeit der Wahl einer richtigen Reaktion ermittelt sich aus dem Verhältnis der Aktivation einer speziellen Gedächtniseinheit zur Summe der Aktivationen aller übrigen Einheiten. Die zugrundeliegenden Annahmen der mathematischen Formulierungen von Palmer (1975a) zur Erklärung der förderlichen und beeinträchtigenden Kontextwirkungen besagen, daß der förderliche Kontext die sensorische Aktivierung der richtigen Gedächtniseinheit "multiplikativ" steigert, während der beeinträchtigende Effekt der Bedingung mit visueller Ähnlichkeit auf die gleiche multiplikative Wirkung von sensorischer Aktivierung und Kontextaktivierung einer *falschen* internen Reiz-Reaktionskategorie zurückzuführen ist. Bei inadäquatem Kontext ohne visuelle Ähnlichkeit von Kontext- und Szenenobjekt fügt der Kontext dagegen nur additiv anderen Gedächtniseinheiten Aktivierung hinzu (Palmer 1975a, Tab. 2, S. 524). Das Grundmuster der Erklärung für die beeinträchtigende Wirkung des inadäquaten Kontextes besteht also in der Annahme der Förderung inadäquater Gedächtniseinheiten.

4. EXPERIMENT 4B: BEGRENZUNG DES RELEVANTEN SUCHFELDES

A. Einleitung

Die Frage, wie sich eine Begrenzung des relevanten Suchfeldes auf die Suche auswirkt, scheint trivial zu sein: eine Begrenzung des Suchfeldes verkürzt die Suchzeiten. Das Bild verkompliziert sich jedoch, wenn man das Ausmaß der Begrenzung mit der jeweiligen Suchzeitverkürzung in Beziehung setzt. Das Problem der Begrenzung des Suchfeldes soll zunächst für einfache, gut kontrollierbare und weiter unten für komplexere Fälle untersucht werden. In der folgenden Untersuchung wurde das Problem innerhalb des experimentellen Paradigmas des visuellen Suchens analysiert, wenngleich die Frage nach der Begrenzung des Suchfeldes u.a. auch im Wahlreaktionszeitexperiment (beim sogenannten "Alternativeneffekt") und im Sternberg-Paradigma von Bedeutung ist. Die Begrenzung des relevanten Suchfeldes wird im folgenden im wesentlichen als Resultat experimenteller Manipulation abgehandelt, wobei nur ein begrenzter Ausschnitt der Reizgrundlage für die Suche relevant ist. In diesem Sachverhalt kann man die "Simulation" eines natürlichen Wahrnehmungsprozesses sehen, bei dem aus der gesamten Reizgrundlage ein Ausschnitt zur näheren Betrachtung ausgewählt wird.

Im klassischen Experiment zur visuellen Suche (Neisser 1963) soll eine Liste von alphanumerischem Material, das in Zufallsfolge angeordnet ist, in regelhafter Weise von oben nach unten hinsichtlich des Vorhandenseins eines oder mehrerer Zielreize ("targets") durchmustert werden. Gemessen wird die Suchzeit vom Beginn der Suche bis zu einer Tastendruckreaktion nach Auffinden des "targets". In einer solchen Suchaufgabe besteht *eine* Begrenzung des relevanten Suchfeldes darin, daß die Suchliste um einen be-

stimmten Betrag verkürzt wird und das "target" sich somit an einer zeitlich früher durchmusterten Position befindet. Abbildung 14 verdeutlicht diesen Sachverhalt.

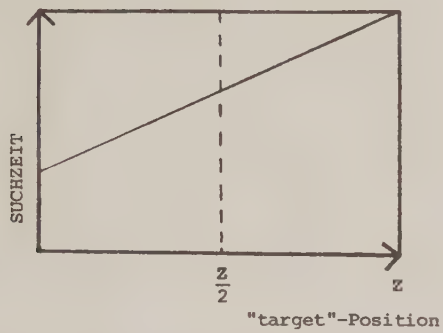


Abb. 14: Schematische Skizze der veränderten Suchzeiten aufgrund einer Begrenzung des Suchfeldes auf die Hälfte. Statt Z "target"-Positionen wird nur die erste Hälfte (also $\frac{Z}{2}$) der "target"-Positionen für die Suche relevant.

Die Steigung der linearen Funktion kann als Maß für die Suchrate, und die Entfernung des Kreuzungspunktes der Funktion mit der Ordinate vom Nullpunkt kann als Maß für die Zeitdauer der zur Einleitung und Beendigung der Suche nötigen Prozesse gewertet werden (Prinz 1977). Eine Begrenzung des relevantes Suchfeldes würde in dem beschriebenen Falle also grundsätzlich nichts an den beteiligten Prozessen ändern. Lediglich die quantitative Vollständigkeit, die Abbruchfähigkeit der Suche wäre variiert. Suchrate und Zeitdauer für die Einleitung und Beendigung der Suche bleiben konstant. Lediglich die *Zahl* der Informationsstichproben, die hinsichtlich des Vorhandenseins eines "targets" geprüft

werden, wird um 50 % reduziert.[1)]

Erheblich komplizierter gestalten sich jedoch die Verhältnisse, wenn man sich die Frage nach der Begrenzung des Suchfeldes für kleinere und überschaubarere Ausschnitte einer Reizgrundlage stellt; wenn man also aus der Vielzahl der Informationsstichproben eine kurze Abfolge näher betrachtet und die Prozesse der Auswahl und Weiterverarbeitung dieser Informationsstichproben analysiert. Man könnte die Frage in einer stärker beschreibenden Terminologie auch so formulieren: Wie wirkt sich eine Begrenzung des Suchfeldes auf eine kurze Fixationsfolge (etwa 10 Fixationen) aus? Verändert sich dadurch ebenfalls lediglich (wie im ersten Beispiel beschrieben; vgl. Abb. 14) die Gesamtzahl der Fixationen - also das, was man üblicherweise als Vollständigkeit der Suche bezeichnet - oder finden in diesem Falle qualitativ andere Veränderungen statt?

Im folgenden sollen mögliche qualitative Veränderungen der Suche aufgrund einer Suchfeldbegrenzung in Erwägung gezogen werden:

[1)] *Detailliertere Modelle zur Darstellung des Suchvorganges finden sich bei Prinz & Rübenstrunk (1979): Bei Beginn des Suchvorgangs werden Informationen aus dem Langzeitspeicher über mögliche "targets", über mögliche Kontextelemente (wie sie im vorausgegangenen Durchgang erfahren wurden) und über die Art der Stichprobenkontrolle (Wiederholungsstruktur früherer Listen) abgerufen. "Unter Beachtung dieser Information zieht er (der Beobachter, G.R.) nun die erste Stichprobe, eleminiert die Wiederholungen und unterzieht die restlichen Elemente einer Kontextanalyse. Bei positivem Ergebnis wird die Information über die Kontextelemente in der Stichprobe zum Auffrischen der Gedächtnisrepräsentation der Kontextsignale in einem längerfristigen Speicher verwendet. Bei negativem Ergebnis erfolgt dagegen ein Prüfprozeß unter Targetkontrolle" (S. 213). Bei positivem Ergebnis wird eine neue Informationsstichprobe eingelesen usw.*

a) Die Größe der aufgenommenen Informationsstichprobe könnte sich als Resultat des kleineren Gesichtsfeldes verändern.

b) Die Reihenfolge bei der Auswahl der einzelnen Informationsstichproben könnte sich infolge einer Suchfeldbegrenzung umstrukturieren. Dies gilt insbesondere für Aufgaben, in denen keine feste Durchmusterungsreihenfolge (z.B. von links nach rechts und von oben nach unten) vorgegeben ist und in denen hoch strukturiertes Material vorliegt, so daß Hinweisinformationen für die Selektion von Informationsstichproben aufgrund der Suchfeldbegrenzung verloren gehen.

c) Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche (z.B. Orientierung) könnten sich aufgrund einer Suchfeldbegrenzung ändern.

Begrenzung des Gesichtsfeldes und Größe des funktionalen visuellen Feldes

Scheerer (1978b) definiert das mit der Größe der Stichprobe einhergehende räumliche Ausmaß dieser Stichprobe als "funktionales visuelles Feld" (functional visual field); es ist rein visuell räumlicher Art und unabhängig von Verarbeitungsprozessen höherer Ordnung. Bouma (1978) charakterisiert das funktionale visuelle Feld dadurch, daß man in ihm innerhalb des Zeitraumes einer Fixation ein Objekt entdecken kann. Diese Definitionen sind für die visuelle Suche deshalb von entscheidender Bedeutung, weil dadurch die obere Grenze der Suchgeschwindigkeit festgesetzt wird - unter der Voraussetzung, daß das Fehlerkriterium der Vp konstant bleibt.

Gut dokumentiert ist der Sachverhalt, daß mit zunehmender Entfernung vom Fixationspunkt (Exzentrizität) die Erkennungsgenauigkeit abnimmt (Eriksen & Schultz 1978; Bouma 1978).[1)] Für die visuelle Suche bedeutet dies, daß innerhalb der gegebenen Aufgabe, ein "target" unter den Kontextelementen aufzufinden, bei konstanter Suchgeschwindigkeit und festem Fehlerkriterium nur ein visuelles Feld beschränkter räumlicher Größe zugrundegelegt werden kann, wenn die Suche nicht zu einer Zufallssuche werden soll, da bei Vergrößerung dieses Feldes eine gesicherte Erkennungsleistung nicht mehr möglich ist.

Eine Begrenzung des Suchfeldes und somit auch des Gesichtsfeldes - so lautete die oben geäußerte Vermutung - könnte sich dahingehend auswirken, daß eine Veränderung in der Größe der Informationsstichprobe eintritt.

Diese Veränderung in der Größe der Informationsstichprobe könnte z.B. dadurch zustandekommen, daß der Wegfall eines Teiles des Suchfeldes die anschauliche Komplexität des Gesamtbildes verringert oder daß die relative Informationsdichte im gesamten Feld größer ist als in einer Hälfte des Feldes, wenn man diese Hälfte als neue Gesamtheit annimmt. Die Verkleinerung des funktionalen visuellen Feldes durch größere Dichte von Kontextelementen ist von Mackworth (1976) untersucht worden.

Die Untersuchung von Mackworth (1976) soll genauer analysiert werden, weil sich aus den Ergebnissen dieser Unter-

---

[1)] *Die mit zunehmender Exzentrizität abnehmende Erkennungsleistung kann für den Fall zur Begründung des Konzepts des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes angenommen werden, daß der Betrachter ein bestimmtes Fehlerkriterium nicht überschreitet. Die Austauschbeziehung von "speed" und "accuracy" muß hier mit einbezogen werden (vgl. Kristofferson 1972). Befunde zur abnehmenden Trennschärfe mit zunehmender Entfernung vom Fixationspunkt finden sich bei Riggs (1965), S. 329.*

suchung erste Antworten auf die Frage finden, ob eine Begrenzung des Suchfeldes die aufgenommene Informationsstichprobe (bzw. das funktionale visuelle Feld) vergrößert.

Die Aufgabe der Vp bestand bei Mackworth (1976) darin, innerhalb eines Streifens mehrerer Reihen von Kreisen ein Quadrat zu suchen. Die Richtung der Durchmusterung verlief dabei von links nach rechts. Die vertikale Weite des "displays" schwankte von 1° bis 6° Gesichtswinkel, während die horizontale Länge jeweils 20° betrug. Mackworth hat verschiedene Maße zur Ermittelung der Suchleistung erhoben, u.a. die Fehlerzahl (nichtentdeckte "targets"), Fixationsdauer und Zahl der Fixationen pro "display".

Die oben formulierte Fragestellung würde also lauten, ob eine Begrenzung des Suchfeldes von 6° auf 3° zu einer Vergrößerung der aufgenommenen Informationsstichprobe führt. Hier scheint sich ein paradoxer Befund zu ergeben: Auf ein Suchfeld von 6° entfallen durchschnittlich 15 Fixationen und auf ein Suchfeld von 3° 11 Fixationen. Die Verdoppelung der räumlichen Größe wird also durch die Zahl der Fixationen nicht nur nicht kompensiert (was einer Fixationszahl von 22 entsprechen würde), sondern weit unterschritten. Allerdings geht in diese Berechnung nicht die Verlängerung der mittleren Fixationsdauer mit zunehmender Größe des Suchfeldes ein. Jedoch selbst beim Zugrundelegen eines durch die Fixationsdauer gewichteten Maßes gelangt man zu keinem vollständigen Ausgleich im Fixationsverhalten für das "verdoppelte" Suchfeld, was natürlich nur auf Kosten einer entsprechend höheren Fehlerzahl möglich ist. Weit sensibler als die eben beschriebenen Maße scheinen die sogenannten "side steps" zu sein, die sich damit eher zur Beschreibung der Beziehung zwischen der Größe des Suchfeldes und der Größe des funktionalen visuellen Feldes eignen. Gemeint sind damit markante Änderungen in der *Richtung* der Augenbewegungen. Immer wenn eine Richtungsänderung der Augenbewegungen stattfand, die größer als 20° von der ho-

rizontalen Achse war, wurde dies als "side step" bezeichnet. Jede dieser markanten Richtungsänderungen der Augenbewegungen kann als Hinweis dafür gewertet werden, daß das funktionale visuelle Feld zum Auffinden des "targets" nicht ausreicht.

Legt man dieses Maß zugrunde, so geht aus den Daten von Mackworth (1976) hervor, daß die Zahl der "side steps" als lineare Funktion des Gesichtswinkels der Suchgrundlage ansteigt (vgl. S. 314, Fig. 7). Das bedeutet, daß die Größe des funktionalen visuellen Feldes konstant bleibt, unabhängig davon, wie groß das übrige Suchfeld ist.[1] Neben der Richtungsänderung kann die Entfernung zwischen den Fixationen als Maß für die Größe des funktionalen visuellen Feldes gewertet werden. Das Verhältnis von geringen zu weiten Entfernungen zwischen den Fixationen gibt Aufschluß über die Größe des funktionalen visuellen Feldes.

Änderung der Selektionsreihenfolge von Informationsstichproben

Eine Änderung der Selektionsreihenfolge aufgrund von Suchfeldbegrenzungen kann nur in Aufgaben relevant werden, in denen keine feste Durchmusterungsabfolge gegeben wurde und in denen das Reizmaterial so hoch strukturiert ist, daß es

---

[1] Für die Größe des funktionalen visuellen Feldes sind andere Faktoren als der Gesichtswinkel von entscheidender Bedeutung: Mit zunehmender Dichte von Kontextelementen verkleinert sich das funktionale visuelle Feld (Mackworth 1976; Bouma 1978). Außerdem spielt die Ähnlichkeit zwischen dem "target" und den Kontextelementen eine große Rolle (Engel 1971; Rayner 1975). Mit zunehmender Übung vergrößert sich das funktionale visuelle Feld (vgl. Scheerer 1978b; Prinz & Kehrer 1980). Scheerer (1978b) weist darauf hin, daß für die Zurückweisung von "non-targets" andere Grenzen als für das Entdecken von "targets" in Erwägungen gezogen werden müssen.

Angaben für die Selektion enthält. Das ist praktisch nur in "sinnvollem" und nicht nach Zufall angeordnetem Material möglich, z.B. in Bildern unserer uns umgebenden Welt ("real-world scenes", vgl. Biederman, Glass & Stacy 1973) oder in "sinnlosem" Material, in dem experimentell bestimmte Hinweisinformationen über die Lokalisation des "targets" gegeben werden (z.B. Neisser & Stoper 1965; Jonides & Gleitman 1976; Williams 1966). Eine Suchfeldbegrenzung kann sich also in den genannten Fällen dahingehend auswirken, daß vorhandene Lokalisationsinformationen dadurch verlorengehen und auf diese Weise eine zielgerichtete Selektion einer Informationsstichprobe erschwert wird. Meyers & Rhoades (1978) konnten zeigen, daß die Suche nach einem situativ nahen Gegenstand beeinträchtigt ist, wenn er sich an einer "falschen" räumlichen Position im Bilde befindet; in diesem Falle können die vorhandenen Lokalisationsinformationen im Bild nicht dazu genutzt werden, den Gegenstand aufzufinden. In Experiment 1 wurde bei der visuellen Suche nach einem vorhandenen, in die Szene hineinpassenden (situativ nahen) Suchobjekt ein zweifach förderlicher Effekt gefunden (im Vergleich zu der Bedingung: "Suche nach einem situativ fernen Objekt), der sich als Erkennungsschwellensenkung (Palmer 1975a)[1)] und als Förderung aufgrund der Entnahme von Lokalisationsinformationen interpretieren läßt.

Eine Begrenzung des Suchfeldes könnte ebenso die für die Suche notwendigen Lokalisationsinformationen beseitigen, unter der Voraussetzung, daß der entfallene Teil des Suchfeldes gerade diese Informationen enthält.

---

1) *Zur Revision dieses Konzeptes vgl. Antes & Metzger (1980) und Gerlin (1980).*

Suchfeldbegrenzung und Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche

Bei der Untersuchung von Augenbewegungen in komplexen Bildern wird immer wieder auf zwei aufeinander aufbauende "Wahrnehmungsstufen" verwiesen. Eine generelle Überblicks- oder Orientierungsphase geht einer detaillierten Suche voraus (Buswell 1935; Gould 1976; Mackworth 1976; Nodine, Carmody & Kundel 1978).[1)] Weite Sakkaden und kurze Fixationsdauer am Anfang der Bildbetrachtung werden dabei als Maß für die Orientierungsfunktionen gewertet, während kurze Sakkaden und lange Fixationsdauer gegen Ende der Betrachtung auf detailliertere Untersuchung hinweisen (vgl. Antes 1974).[2)] Daß diese Unterscheidung zwischen Orientierungsphase und Detailverarbeitung für das klassische visuelle Suchexperiment mit der Listenmethode keine besonders große Rolle zu spielen scheint, mag wohl daran liegen, daß in dieser Aufgabe ein allgemeiner Überblick wenig hilfreich

---

[1)] *Zur Problematik dieser Unterscheidung vgl. Reinert (1980b), S. 33-38.*

[2)] *In der hier vorgeschlagenen Konzeption geht die Orientierungsphase der Selektion einzelner Informationsstichproben logisch voraus. Damit werden Prozesse bei der Bildung eines räumlichen Bezugssystems (Howard & Templeton 1966), Prozesse der vorläufigen Kategorisierung (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974) des Reizmaterials und Prozesse der schematischen Repräsentation (Palmer 1975b) angesprochen. Es wäre allerdings interessant, den* Zeitverlauf *der Orientierung im einzelnen zu untersuchen. Hierbei bietet sich Reizmaterial an, in dem bereits selegierte und verarbeitete Informationsstichproben zu neuer Orientierung nötigen, wie Koffkas Bezugsrahmen innerhalb eines übergeordneten Bezugsrahmens (Koffka 1935). Grundsätzlich ändert sich jedoch dabei nichts an der Relation von Orientierungsfunktion und selegierter Informationsstichprobe. Stattdessen stellt sich die Frage nach dem Zeitverlauf der Orientierung in der Weise, daß die zeitliche Entwicklung der Orientierung in Abhängigkeit von der Selektion und Verarbeitung der einzelnen Informationsstichproben - also der fortschreitenden Bildung der Reizrepräsentation - thematisiert wird.*

für die Suche ist - wenngleich sie in das "intercept" (also den Schnittpunkt der Suchzeitfunktion mit der Ordinate) mit eingeht.

Es erscheint plausibel anzunehmen, daß die Dauer der Orientierungsphase mit zunehmendem Umfang des Materials zunimmt. Danach müßte also die Orientierungsphase für ein Bild, auf dem ein Baum zu sehen ist, kürzer sein als die Orientierungsphase für eine Straßenszene mit Bäumen, Häusern, Autos, Menschen etc. Daß sich diese Art der "Komplexität" in einer Erhöhung der Suchzeiten und Fixationshäufigkeiten niederschlägt, kann für die Suche im Buchstabenmaterial als gesichert gelten (z.B. Gordon 1969). Damit ist jedoch noch nichts über die Dauer der Orientierungsphase gesagt.

Die Frage nach der Dauer der Orientierungsphase bei zunehmender "Komplexität" oder Vielfalt muß in diesem Zusammenhang etwas umfassender gestellt werden. Der Grad der "Komplexität" oder Vielfalt ist sicherlich von der Obung oder der Vertrautheit mit dem Reizmaterial abhängig (Noton & Stark 1971; Antes 1974). Ein Bild, das Kindern als völlig unüberschaubar erscheinen mag, bietet erwachsenen Betrachtern keine Schwierigkeiten (z.B. im Straßenverkehr). So finden Noton & Stark (1971), daß jede Person bei der Untersuchung oder beim Erkennen eines Objektes einen bevorzugten Augenbewegungspfad hat. Mit zunehmender Obung und Vertrautheit wird die interne Objektrepräsentation ganzheitlich und der Erkennungsprozeß geht von der seriellen in die parallele Form über. D.h. ein hochüberlerntes, serielles Augenbewegungsmuster wird gewissermaßen abgekürzt, weil intern parallele, ganzheitliche Verarbeitung möglich geworden ist. Das drückt sich darin aus, daß sich nach Obung der anfängliche Augenbewegungspfad immer weiter verkürzt (Furst 1971).

Der gleiche Autor findet bei wiederholter Darbietung eines Bildes folgende Ergebnisse: Mit zunehmender Reizdarbietung nimmt die Fixationshäufigkeit ab, und die Fixationsdauer nimmt zu; es findet eine Stereotypisierung der Durchmusterung statt insofern, als die räumliche Vorhersagbarkeit (definiert über Shannons Entropiefunktion) der Augenbewegungen wächst. Eine Möglichkeit, die kognitive Verarbeitung zu optimieren, besteht darin, die "Komplexität" von Reizen durch die eben erwähnte Stereotypisierung und Verkürzung der Durchmusterungsfolge zu mindern. Dabei nimmt man einen Reiz in der gleichen Weise wie vormals wahr, ohne äußerlich die gesamte Bewegung ausführen zu müssen. Wenn man in diesem Prinzip einen wesentlichen Mechanismus des Wahrnehmungslernens erblickt, so muß man annehmen, daß im Zuge der Entwicklung immer mehr dieser "Verkürzungen und Stereotypisierungen der Durchmusterungsfolge" verfügbar werden. Die *relative* "Komplexität" zeigt sich darin, daß die Zahl der Fixationen vor der eigentlichen Suche und der zielgerichteten Selektion (die Fixationen, die der Orientierung dienen) für komplexe Bilder größer ist als für weniger komplexe. Eine indirekte Bestätigung dieser These kann den Ergebnissen von Furst (1971) in Fig. 1, S. 66 entnommen werden: Die Zahl der Fixationen nimmt mit zunehmender Darbietungshäufigkeit der Bilder ab. Diejenigen drei Bilder (p 1, p 5, p 4) jedoch, auf die bei der ersten Darbietung die größte Zahl von Fixationen entfielen, profitieren von der ersten Wiederholung (vgl. Durchgang eins und Durchgang zwei) am meisten, weil es - so die Interpretation - die drei Bilder größerer "Komplexität" waren und sich bei ihnen der Wegfall der langen Orientierungsphase nach dem ersten Durchgang besonders bemerkbar macht. Ein direkter Beleg für die These, daß größere "Komplexität" die Dauer der Orientierungsphase verlängert, steht jedoch noch aus. Er wäre dann gefunden, wenn sich in einem Experiment mit Variation der "Komplexität" der Bilder zeigen würde, daß im Falle größerer "Komplexi-

tät" die Zahl weiter Sakkaden zu Beginn der Bildbetrachtung größer und die Fixationsdauer geringer ist als im Falle geringerer "Komplexität".[1)]

Eine andere Möglichkeit, die Dauer der Orientierungsphase zu messen besteht darin, ein Bild verschieden lang im Millisekundenbereich darzubieten und die Erkennungsleistung in Abhängigkeit von der Darbietungsdauer zu untersuchen (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974). Die Darbietungsdauer, bei der keine Verbesserung der Erkennungsleistung mehr zu beobachten ist, könnte als kritischer Wert für die Dauer der Orientierungsphase gewertet werden. Das Problem eines solchen methodischen Vorgehens besteht darin, daß die Erkennungsleistung und damit die "kritische Darbietungsdauer" von der Ähnlichkeit der Reaktionsalternativen (verbale Kurzbeschreibung der Szene) mit der Szene (Biederman et al. 1974) und von der Bekanntgabe der Reaktionsalternativen vor oder nach Darbietung der Szene (Potter 1975; 1976) abhängt.

Bislang sind mögliche Auswirkungen einer Suchfeldbegrenzung auf die Vollständigkeit der Suche, auf die Größe der erhobenen Informationsstichproben, auf die Selektionsreihenfolge der Informationsstichproben und auf die der Suche vorhergehende Orientierungsphase diskutiert worden.[2)]

---

1) *Die Konzeption einer zeitlich abtrennbaren Orientierungsphase soll hier vorläufig beibehalten werden. Es muß jedoch darauf verwiesen werden, daß aus den Daten von Antes (1974) eine kontinuierliche Zunahme der Fixationsdauer mit zunehmender Betrachtungszeit hervorgeht, die den Verlauf* $f(a) = a - \frac{1}{x}$ *hat. Die mittlere Entfernung zwischen den Fixationen nimmt mit zunehmender Betrachtungsdauer in der Form* $f(x) = \frac{1}{x}$ *ab. Diese Befunde sprechen eher dafür, daß es keine zeitlich abgetrennte Orientierungsphase gibt (vgl. auch Cohen 1977); stattdessen geht mit zunehmender Betrachtungsdauer der Anteil der* Orientierungsfunktionen *zurück (Reinert 1980b).*

2) *Eine Suchfeldbegrenzung könnte prinzipiell auf Prozesse* nach *der eigentlichen Suche beeinflussen. Für das Paradigma des visuellen Suchens scheint diese Möglichkeit zunächst weniger bedeutsam zu sein. Dagegen ist es beim "Alternativeneffekt" im Wahlreaktionszeitexperiment offensichtlich, daß sich eine Begrenzung der Suchalternativen auf Prozesse der Bereitstellung und der Reaktionsselektion auswirkt (Fitts & Switzer 1962).*

Im folgenden soll geprüft werden, inwieweit sich diese Überlegungen als tragfähig erweisen und wie die oben skizzierten Prozesse miteinander in Beziehung stehen, wenn in komplexen Bildern mit und ohne Suchfeldbegrenzung nach einzelnen Gegenständen gesucht werden soll. Zu diesem Zweck sollen die Suchzeitergebnisse von Experiment 4a den Ergebnissen einer Variante dieses Experimentes (Experiment 4b) verglichen werden. Beide Experimente sind gleich bis auf den Unterschied, daß in Experiment 4b lediglich die Hälfte des Suchfeldes der Bilder aus Experiment 4a für die Suche relevant wird. Dies wurde dadurch bewerkstelligt, daß vor der Exposition der eigentlichen Suchszene ein Pfeil dargeboten wurde, der entweder von der Mitte nach rechts oder nach links zeigte. Die Vp wußte dann, daß sich der Suchgegenstand nur in der rechten Bildhälfte bzw. nur in der linken Bildhälfte befinden konnte, falls er im Bild vorhanden war.

B. Experimente 4a und 4b

Bevor das Experiment mit begrenztem Suchfeld (4b) genauer geschildert werden kann, muß Experiment 4a noch einmal in seinem wesentlichen Aufbau und bezüglich seiner wichtigsten Ergebnisse dargestellt werden, weil Experiment 4b bis auf die Suchfeldbegrenzung eine genaue Replikation von 4a war. Auf dieser Grundlage wird dann eine Interpretation der Suchzeitdifferenzen zwischen beiden Experimenten sinnvoll.

Experiment 4a

Die Vpn sollten in komplexen Bildszenen nach Gegenständen suchen. Die Suchgegenstände wurden durch einen Begriff vorgegeben. Es wurde also z.B. das Wort "Fernsehgerät" darge-

boten und nach 5 Sekunden eine Wohnzimmerszene, in der das Fernsehgerät gesucht werden sollte. Die Aufgabe der Vp bestand darin, per Tastendruck zu entscheiden, ob das Fernsehgerät in der Szene vorhanden war oder nicht.

Im einzelnen sah der Versuchsablauf folgendermaßen aus: Das Wort, das den Suchgegenstand bezeichnete, wurde für 2 Sekunden dargeboten. Es folgte ein Intervall von 5 Sekunden. Danach erschien die Suchszene. Das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene sollte so schnell und genau als möglich mit einer entsprechenden Tastendruckreaktion beantwortet werden. Mit der Tastendruckreaktion wurde die Expansion der Szene beendet, und der gesamte Zyklus wiederholte sich automatisch. Gemessen wurde die Reaktionszeit vom Beginn der Exposition der Suchszene bis zur Tastendruckreaktion und die Richtigkeit der Reaktion (Fehlerzahl).

Die Vpn saßen in einem dunklen Raum vor einem auf Augenhöhe befindlichen Projektionsfeld von 41 × 31 cm in einem Beobachtungsabstand von 250 cm, das entspricht einem horizontalen Gesichtswinkel von 9° und einem vertikalen von 7,5°. Dieses Feld wurde von hinten, aus einem Nachbarraum des Duplex-Labors, durch ein Projektionstachistoskop angestrahlt. Wenn weder der Suchgegenstand noch die Suchszene dargeboten wurden, beleuchtete ein dritter Projektor das Probjektionsfeld mit weißem Licht, um das Auftreten von Nachbildern zu verhindern; gleichzeitig erschien in diesem Falle auch ein Fixationspunkt.

Bei den Szenen, innerhalb derer gesucht werden sollte, handelte es sich um Wohnszenen, die Versandhauskatalogen entnommen worden waren. Die Zimmertypen "Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Kinderzimmer, Bad und Flur" wurden im Format 13 × 10 cm ausgeschnitten und als farbige Diapositive für die Versuche hergestellt. Diese Zimmertypen wurden auf die Versuchsbedingungen gleichmäßig verteilt.

Der Versuchsplan von Experiment 4a läßt sich folgendermaßen beschreiben:

- Der Suchgegenstand war in 50 % der Fälle in der Szene vorhanden und in 50 % der Fälle nicht vorhanden.

- In der Hälfte der Fälle sollte die Vp nach einem Suchgegenstand suchen, der in die Szene hineinpaßte (der "situativ nah" war) und in der anderen Hälfte der Fälle nach

einem Gegenstand, der nicht in die Szene hineinpaßte (der "situativ fern" war).

Dabei wurde situative Nähe operational als Zugehörigkeit des Gegenstandes zum gleichen Szenentyp und situative Ferne als Zugehörigkeit zu einem anderen Szenentyp definiert. So lag situative Nähe vor, wenn innerhalb einer Wohnzimmerszene nach einem Wohnzimmergegenstand (z.B. einem Fernsehgerät) gesucht werden sollte. In den situativ fernen Bedingungen dagegen sollte in einer der Wohnszenen ein Gegenstand aus den Kategorien "Autozubehör, Sportgerät, Handwerkszeug" gefunden werden.

- In 50 % der Fälle enthielten die Szenen einen besonders auffälligen situativ fernen Gegenstand, nach dem jedoch nicht gesucht werden sollte (situativ ferner Kontextgegenstand). Dieser situativ ferne Kontextgegenstand stammte ebenfalls aus den Kategorien "Autozubehör, Sportgerät und Handwerkszeug". Die andere Hälfte der Szenen enthielt diesen situativ fernen Kontextgegenstand nicht.

Im Vergleich zu diesem situativ fernen Kontextgegenstand war der situativ ferne und der situativ nahe Suchgegenstand kleiner und weniger auffällig. Um einen Vergleich der Suchzeiten für situativ nahe und situativ ferne Suchgegenstände zu ermöglichen, war die Diskriminierbarkeit dieser Gegenstände in der Szene kontrolliert worden.

Dem Experiment lag also ein $2 \times 2 \times 2$-faktorieller Versuchsplan zugrunde, in dem die Faktoren "situativ naher vs. situativ ferner Suchgegenstand", "mit fernem Kontextgegenstand vs. ohne fernen Kontextgegenstand" und "Suchgegenstand vorhanden vs. nicht vorhanden" variiert worden sind.

Jede der acht Versuchsbedingungen wurde durch 10 Reize gefüllt, so daß der gesamte Versuch ohne Vorlauf aus 80 Reizen bestand. Die Reize wurden in zufälliger Reihenfolge dargeboten. Der gesamte Versuch dauerte etwa 40 Minuten. Der Versuch wurde mit 20 Psychologiestudentinnen und -studenten im Rahmen ihrer Pflichttätigkeit als Versuchsperson durchgeführt.

Im folgenden sollen lediglich die Hauptergebnisse dieses Experimentes 4a berichtet werden, sofern sie im Zusammenhang mit der Frage nach der Suchfeldbegrenzung relevant werden könnten (vgl. Abb. 15).

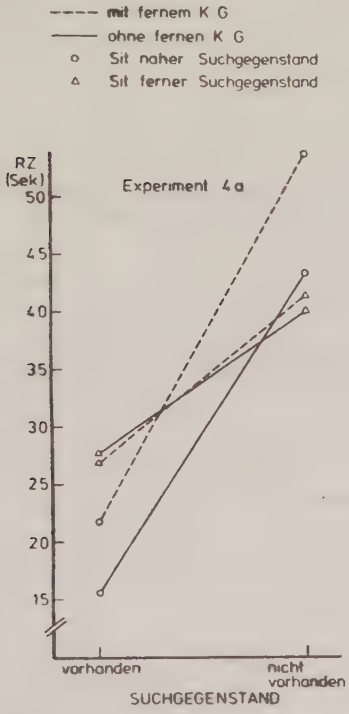


Abb. 15: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 4a in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 20 Vpn.

1) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wird generell schneller gesucht als bei seinem Nicht-Vorhandensein (siehe Tab. 14a, S. 159).

Dies ist zunächst kein besonders überraschender Befund. Obertragen auf das klassische visuelle Suchexperiment würde dies lediglich zum Ausdruck bringen, daß bei Vorhandensein des Suchgegenstandes die Suche vorzeitig beendet werden kann, während bei Nichtvorhandensein dieses Suchgegenstandes die gesamte Liste vollständig durchmustert werden muß.

Wenn es stimmt, daß der wesentliche Unterschied zwischen Vorhandensein und Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes darin besteht, daß im ersten Fall die Suche abbruchfähig ist und im zweiten Fall vollständig, so läßt sich folgendes vorhersagen, wenn man das Suchfeld auf die Hälfte begrenzt (Abb. 16a):

Mittelt man die Suchzeiten aller Bedingungen, in denen der Suchgegenstand vorhanden ist, und vergleicht sie mit dem Mittelwert der Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden ist, so ist die Funktion im Falle eines auf die Hälfte begrenzten Suchfeldes flacher als bei doppelt so großem Suchfeld (Abb. 16b).

2) Ein situativ ferner Kontextgegenstand verlängert im allgemeinen die Suchzeiten.

Zur Erklärung dieses Befundes kann angenommen werden, daß der situativ ferne Kontextgegenstand die Aufmerksamkeit an sich zieht - was an einer vermehrten Fixationshäufigkeit und Fixationsdauer ablesbar ist (Loftus & Mackworth 1978) - und die Orientierung in der Suchszene erschwert, so daß die Orientierungsphase insgesamt verlängert wird. Es muß jedoch in Betracht gezogen werden, daß der situativ ferne Kontextgegenstand auch die Selektion der einzelnen Informationsstichproben erschweren könnte, so daß eine geordnete Reihenfolge bei der Selektion der einzelnen Stichproben nicht mehr gewährleistet ist.

Die in Experiment 3 gefundene Interaktion der Variablen "ferner Kontextgegenstand im Bild" und "Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes" (der ferne Kontextgegenstand wirkt sich besonders beeinträchtigend aus, wenn der Suchgegenstand nicht vorhanden ist) deutet daraufhin,

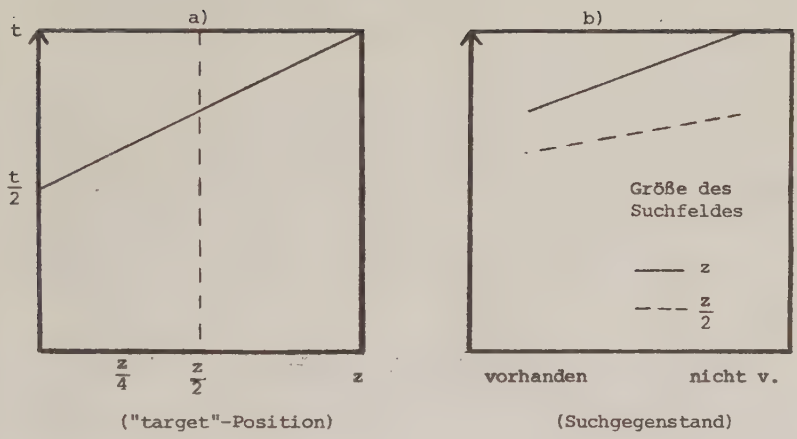


Abb. 16a/16b: a) Abhängigkeit der Suchzeit (t) von der "target"-Position (z). Bei ganzem Suchfeld (z) oder halbiertem Suchfeld ($\frac{z}{2}$) ergeben sich die in b) aufgetragenen Suchzeiten unter der Annahme, daß bei Vorhandensein des Suchgegenstandes die Suche bereits an der "target"-Position $\frac{z}{2}$ (im ganzen Suchfeld) und $\frac{z}{4}$ (im halbierten Suchfeld) abgebrochen werden kann. Bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes dagegen muß die Suche bis zur "target"-Position z bzw. $\frac{z}{2}$ fortschreiten.

daß sich der ferne Kontextgegenstand nicht ausschließlich auf eine von der Selektion zeitlich abgetrennte Orientierungsphase auswirkt. Würde der ferne Kontextgegenstand eine zeitlich von der Suche getrennte Orientierungsphase verlängern, so müßte das unabhängig vom Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes zu einer Reaktionszeiterhöhung um einen konstanten Betrag führen. Das Konzept einer zeitlich abgetrennten Orientierungsphase läßt sich nur dann aufrechterhalten, wenn man annimmt, daß bei Vorhandensein des Suchgegenstandes kürzere Orientierungsphasen als bei Nicht-Vorhandensein benötigt werden. Dann stellt sich allerdings

die Frage, wie der verarbeitende Organismus die Dauer der zeitlich vorhergehenden Orientierungsphase regulieren kann, *nachdem* er aufgrund eines nachfolgenden Suchprozesses entschieden hat, daß der Suchgegenstand vorhanden oder nicht vorhanden ist.

Die Begrenzung des Suchfeldes auf die halbe Größe sollte sich in einer generellen Verminderung der beeinträchtigenden Wirkung des fernen Kontextgegenstandes auswirken. Dieses muß schon allein aus dem Grunde angenommen werden, weil sich der ferne Kontextgegenstand dann in durchschnittlich 50 % der Fälle nicht mehr im relevanten Suchfeld befindet und damit auch seine aufmerksamkeitsanziehende Wirkung verliert. Spezifischere Vorhersagen können zu diesem Zeitpunkt nicht getroffen werden.

3) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wirkt sich situative Nähe des Suchgegenstandes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus (vgl. Oberkreuzungen der gestrichelten bzw. durchgezogenen Linien in Abb. 15).

Dieses Ergebnis ist bereits in Experiment 1-3 gefunden worden. Situative Nähe führt demnach in Abhängigkeit von de Reaktionskategorie zu entgegengesetzten Resultaten trotz gle Funktionsgrundlage. Bei *Vorhandensein* des Suchgegenstandes in der Szene können verfügbare Lokalisations- und Identifikationsinformationen positiv zum Auffinden genutzt werden. Das ist im Falle situativer Ferne des Suchgegenstandes nicht möglich. Hier findet im Gegenteil eine beeinträchtigende Wirkung durch die Kontextszene statt (Palmer 1975a).[1)]

[1)] *Antes & Metzger (1980) sind der Frage nachgegangen, inwieweit der förderliche Effekt des Kontextes auf eine Erkennungsschwellensenkung zurückzuführen ist, oder ob sich dahinter lediglich eine bessere Bereitstellung von Reaktionskategorien verbirgt. In einem Experiment wurden mehrere verschiedene Objekte in Kontextszenen oder ohne diesen Hintergrund für 100 Millisekunden dargeboten. Nach der Exposition sollten die Vpn zwischen 4 Objekten dasjenige selegieren, das im Bild erschienen war. Die Darbietung von Objekten im Kontext erleichterte das Erkennen nur dann, wenn die falschen Reaktionsalternativen inkonsistent mit dem Bildkontext waren. Die Autoren schließen daraus, daß der Kontext zur allgemeinen Charakterisierung der Bilder beiträgt. Diese allgemeine Charakterisierung erzeugt Erwartungen betreffend der Identität der spezifischen Objekte. Gegen dieses*

Bei *Nicht-Vorhandensein* des Suchgegenstandes in der Szene dagegen hat situative Nähe eine beeinträchtigende Wirkung. Bei diesem Effekt spielen Erwartungen eine zentrale Rolle. Da der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden ist, können sie jedoch nicht positiv zum Auffinden genutzt werden, sondern verzögern die Suche. Diese Verzögerung kommt dadurch zustande, daß zusätzliche Informationsstichproben erhoben werden, da sich die Abbruchfähigkeit der Suche aufgrund der Erwartung "vorhanden" verändert (vgl. S. 54f.). Neben den durch das Reizmaterial nahegelegten Erwartungen, die ihren Ursprung im "Weltwissen" haben - in einer Wohnzimmerszene wird ein Fernsehapparat, nicht jedoch ein Spaten erwartet - gibt es eine zweite Gruppe von Erwartungen, die durch die spezielle Versuchssituation und die darin vorkommenden Möglichkeiten "künstlich" erzeugt wird. So lernt die Vp am Anfang des Versuchs, daß die Szenen auch Objekte enthalten können, die "situativ fern" sind, und sie lernt die Wahrscheinlichkeit, mit der in dem jeweiligen Versuch ein situativ fernes Suchobjekt enthalten sein kann. Aufgrund der Einführung eines situativ fernen Kontextgegenstandes sind die Vpn in 3/4 aller Fälle mit einem situativ fernen Such- bzw. Kontextgegenstand konfrontiert worden, so daß experimentell die Erwartung erzeugt wurde, ein situativ ferner Gegenstand kommt häufig vor und

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 156:

Experiment muß allerdings eingewandt werden - und die Autoren sind sich dieser Problematik bewußt -, daß es sich hierbei um ein Gedächtnisexperiment handelt, bei dem Reproduktionsfaktoren eine wesentliche Rolle spielen. Die dargebotenen Kontextszenen sind so komplex und die darin enthaltenen Objekte so zahlreich, daß es wenig verwunderlich erscheint, wenn hauptsächlich Faktoren der Reaktionsbereitstellung aufgrund einer allgemeinen Szenencharakterisierung zum Tragen kommen. Antes, Penland & Metzger (1978) (zit. n. Antes & Metzger (1980)) sind in einer Untersuchung der Frage nachgegangen, ob die allgemeine Szenencharakterisierung die Encodierung von Details beeinflußt. Danach sollten in das Bild hineingehörige (erwartete) Objekte automatisch identifiziert werden, während unerwartete Objekte eine detailliertere Analyse und folglich längere Identifikationszeiten benötigen. Die Autoren konnten in ihrem Experiment erneut bestätigen, daß die Erkennungsleistung für situativ ferne Objekte schlechter als für situativ nahe Objekte sind. Man kann aus diesen Untersuchungen schließen, daß situative Nähe von Objekten zu einer Erkennungsschwellensenkung führt, die durch Erwartungen und Bereitstellungen von Reaktionskategorien ergänzt wird.

ist mit großer Wahrscheinlichkeit im Bild enthalten. Diese "künstliche" Erwartung arbeitet der "natürlichen" Erwartung entgegen - ein situativ fernes Objekt ist in der Szene nicht enthalten - und führt deshalb zu einer vermehrten Selektion von Informationsstichproben. Dieser Sachverhalt wird in den beiden Bedingungen ohne situativ ferne Kontextgegenstände deutlich: Die Suche nach einem fernen, nicht vorhandenen Objekt ist hier nicht in dem Maße verkürzt, wie das eigentlich zu erwarten gewesen wäre (vgl. Exp. 1 und 2). Für den Fall, daß die Szene einen fernen Kontextgegenstand enthält, ergibt sich ein zweiter Typ von "künstlicher" Erwartung, wenn nach einem fernen Suchgegenstand gesucht werden soll: Ferner Suchgegenstand und ferner Kontextgegenstand stehen in Beziehung zueinander. In diesem Fall bekommt der ferne Kontextgegenstand besondere "Aufgabenrelevanz" und grenzt damit das relevante Suchfeld ein, was zu einer relativ großen Suchzeitverkürzung führt.

Eine Suchfeldbegrenzung sollte den beeinträchtigenden Effekt situativer Nähe reduzieren. Dies gilt allerdings nur unter der Voraussetzung, daß durch die Suchfeldbegrenzung die Zahl der zusätzlich erhobenen Informationsstichproben verringert wird.

Experiment 4b

Experiment 4b war - abgesehen von der Suchfeldbegrenzung - eine genaue Replikation des Experimentes 4a.

Es wurde also zuerst der Suchgegenstand als Wort für 3 Sekunden dargeboten, und nach einem Intervall von 5 Sekunden folgte die Suchszene. Die Suchfeldbegrenzung wurde dadurch vorgenommen, daß gleichzeitig mit der Exposition des Wortes ein Hinweispfeil projiziert wurde, der entweder von der Mitte des Bildes nach rechts oder von der Mitte nach links hin zeigte. Die Vp war instruiert, daß sich der Suchgegenstand dann nur in der rechten Bildhälfte bzw. in der linken Bildhäfte befinden konnte - falls er überhaupt im Bild vorhanden war. Für den Fall, daß der Suchgegenstand nicht im Bild enthalten war, zeigte der Hinweispfeil nach Zu-

fallsfolge in 50 % der Fälle nach rechts und in 50 % der Fälle nach links.

Gemessen wurden wiederum die Suchzeiten und die Fehlerzahlen. Der Versuch wurde mit 20 Psychologiestudentinnen und -studenten der ersten vier Semester durchgeführt.

C. Ergebnisse

In Tab. 14a sind noch einmal zu Vergleichszwecken die varianzanalytischen Ergebnisse von Experiment 4a aufgeführt.

Tab. 14a: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4a (vgl. Reaktionszeitergebnisse in Abb. 17a). Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne fernen Kontextgegenstand.
Daten von 20 Vpn.

Quelle der Variation	SS	DF	F	P
Subj.	228.2681			
1	187.9288 132.1827	1. 19.	27.0130	0.0001
2	0.1086 6.5042	1. 19.	0.3173	0.5859
3	7.1610 7.8013	1. 19.	17.4406	0.0008
12	26.3600 8.1863	1. 19.	61.1805	0.0000
13	1.0898 11.9608	1. 19.	1.7312	0.2016
23	6.5064 5.0869	1. 19.	24.3023	0.0002
123	0.0787 4.7118	1. 19.	0.3174	0.5859

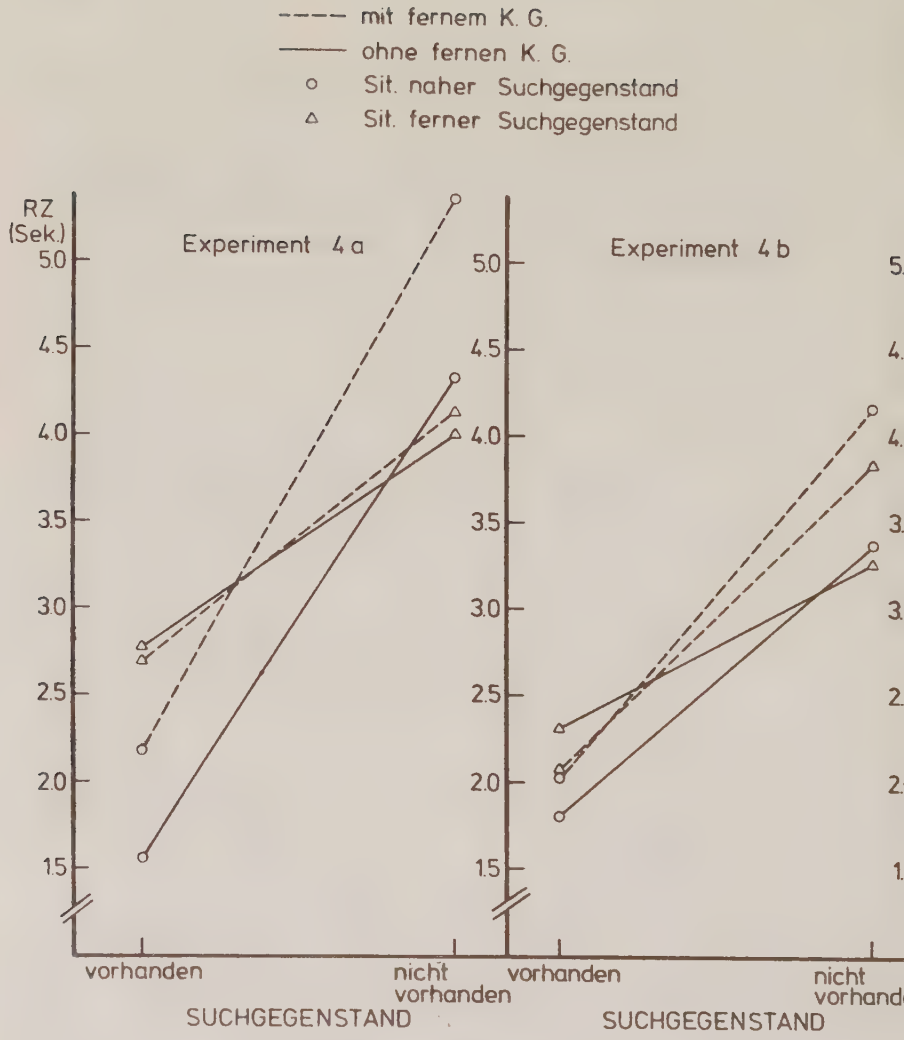


Abb. 17a/17b: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 4a und 4b in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. In Experiment 4b ist das relevante Suchfeld um die Hälfte reduziert. Ansonsten unterscheiden sich beide Experimente bezüglich der experimentellen Variablen nicht. Daten von je 20 Vpn.

Tab. 14b: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4b (vgl. Reaktionszeitergebnisse in Abb. 17b). Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand.
Daten von 20 Vpn.

Source	SS	DF	F	P
Subj.	77263965.3750			
1	104159493.9063 20868543.2188	1. 19.	94.8332	0.0000
2	36030.0062 4959769.6188	1. 19.	0.1380	0.7149
3	4264416.5062 5153979.1188	1. 19.	15.7207	0.0011
12	2312407.6563 6717305.4688	1. 19.	6.5407	0.0183
13	4761345.0062 4421159.1188	1. 19.	20.4620	0.0004
23	1263269.3063 4568931.3187	1. 19.	5.2533	0.0317
123	169976.4603 3797171.7188	1. 19.	0.8505	0.6291

Tab. 14b enthält die entsprechenden Ergebnisse des Experimentes 4b, in dem ein begrenztes Suchfeld vorlag. Interessant und besonders erklärungsbedürftig sind natürlich die Abweichungen zwischen den Ergebnissen beider Experimente. Aus Tab. 14a und 14b geht hervor, daß sich beide Experimente lediglich bezüglich der Interaktion der Variablen "Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes" und "mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand" unterscheiden. In Experiment 4b ist die Interaktion dieser beiden Variablen hochsignifikant, während das in Experiment 4a nicht der Fall ist.

Bereits in Experiment 4a war gefunden worden, daß bei Vorhandensein des Suchgegenstandes generell schneller als bei seinem Nicht-Vorhandensein gesucht wird und daß ein situativ ferner Kontextgegenstand die Suche generell verlängert. Außerdem haben beide Experimente folgende Interaktionen von Variablen gemeinsam: Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wirkt sich situative Nähe förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus. "Nähe/Ferne des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" interagieren derart miteinander, daß in Szenen mit fernem Kontextgegenstand die Suche nach einem fernen Suchobjekt schneller vonstatten geht, während ohne fernen Kontextgegenstand ein situativ naher Suchgegenstand schneller aufgefunden wird (Abb. 18). Aus Tab. 15 werden die Interaktionen der Variablen beider Experimente ersichtlich. Der Haupteffekt von Experiment 4a und 4b ist nicht signifikant. Bei den zweifachen Interaktionen ergibt sich kein Befund, der nicht auch schon in der getrennten Varianzanalyse für Experiment 4b ermittelt worden wäre. Es sind jedoch zwei der dreifachen Interaktionen signifikant: Der Effekt, daß sich situative Nähe des Suchgegenstandes bei Vorhandensein förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend auswirkt, nimmt von Experiment 4a nach Experiment 4b hin ab (Abb. 19). Der Effekt, daß in Szenen mit fernem Kontextgegenstand die Suche nach einem fernen Suchobjekt schneller vonstatten geht, während ohne fernen Kontextgegenstand ein situativ naher Suchgegenstand schneller aufgefunden wird, nimmt von Experiment 4a nach Experiment 4b hin ebenfalls ab (vgl. Abb. 18).

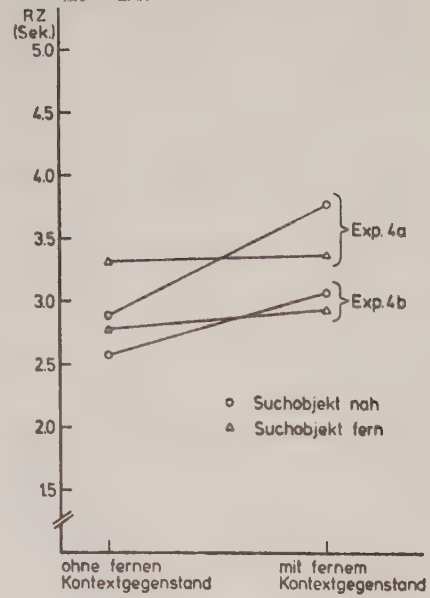


Abb. 18: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Exp. 4a und 4b in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Suchszene. Dabei soll entweder nach einem situativ nahen oder fernen Suchobjekt gesucht werden. Daten von 40 Vpn.

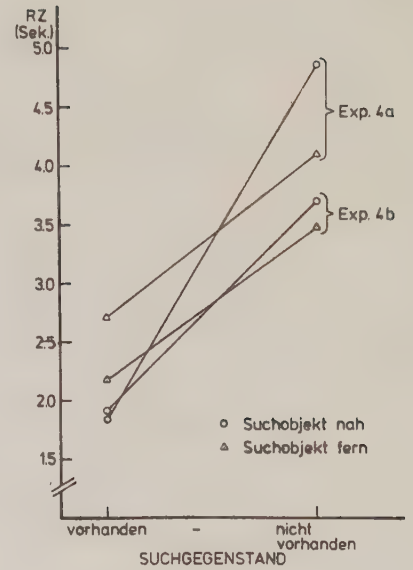


Abb. 19: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Exp. 4a und 4b in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes. Es soll entweder nach einem situativ nahen oder fernen Objekt gesucht werden. Daten von 40 Vpn.

Tab. 15: 4-faktorielle Varianzanalyse der Suchzeitergebnisse von Experiment 4a und 4b. Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne fernen Kontextgegenstand;
4 = Experiment 4a/Experiment 4b.
Daten von 40 Vpn. In die Experimente gehen unabhängige Stichproben ein.

Source	SS	DF	F	P
1	285975937.8125 153061517.6875	1. 38.	70.9982	0.0
2	134972.4500 11465726.7376	1. 38.	0.4473	0.5145
3	11229759.1125 12952112.0875	1. 38.	32.9468	0.0000
4	21124373.5127 305522057.7031	1. 38.	2.6274	0.1096
12	22130924.1123 14913449.8379	1. 38.	56.3904	0.0000
13	5203020.0500 16383864.4375	1. 38.	12.0677	0.0016
14	6138320.0000 153061517.6875	1. 38.	1.5239	0.2225
23	6755287.6125 9644186.6375	1. 38.	26.6172	0.0001
24	9790.3125 11465726.7376	1. 38.	0.0324	0.8522
34	185473.8000 12952112.0875	1. 38.	0.5442	0.5282
123	8323.2000 8515004.7875	1. 38.	0.0371	0.8424
124	6521962.0500 14913449.8379	1. 38.	16.6182	0.0004
134	647820.0125 16383864.4375	1. 38.	1.5025	0.2258
234	1019261.2500 9644186.6375	1. 38.	4.0161	0.0495
1234	241890.0125 8515004.7875	1. 38.	1.0795	0.3060

Tab. 16: Fehlerhäufigkeiten in Prozenten für die experimentellen Bedingungen von Experiment 4a und 4b. Daten von je 20 Vpn.

			Exp. 4a	Exp. 4b
			Fehler in %	Fehler in %
Suchgegenstand vorhanden	ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	13,5	4,5
		fern	17,0	21,0
	mit fernem Kontextgegenstand	nah	15,5	17,5
		fern	11,0	14,5
Suchgegenstand nicht vorhanden	ohne fernen Kontextgegenstand	nah	1,0	1,5
		fern	0,5	0,0
	mit fernem Kontextgegenstand	nah	3,0	5,5
		fern	1,5	4,5

In Tab. 16 sind die Fehlerhäufigkeiten für Experiment 4a und 4b verzeichnet. Hohe Fehlerzahlen sind nur bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene zu verzeichnen.

D. Diskussion

Im Zentrum der Diskussion sollen primär die Ergebnisse stehen, die sich auf die Suchfeldbegrenzungen zurückführen lassen: Veränderungen in der Abbruchfähigkeit der Suche, Reduktion des Effektes der situativen Nähe des Suchgegenstandes, Änderungen der Wirkung des fernen Kontextgegenstandes etc..

Einfluß der Suchfeldbegrenzung auf die Abbruchfähigkeit der Suche

Aus Abb. 20 läßt sich *graphisch* recht eindeutig eine Interaktion der Suchzeitfunktionen in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes entnehmen. Dabei gehen in die Suchzeitfunktionen alle Mittelwerte aus Experiment 4a bzw. 4b ein. Diese sich graphisch andeutende Interaktion entspricht recht gut den Vorhersagen (vgl. S. 155). Sie ist jedoch statistisch nicht signifikant ($F(1,38) = 1{,}52$, n.s.). Die fehlende Interaktion könnte zweierlei bedeuten: a) Eine Suchfeldbegrenzung wirkt sich nicht primär auf die Abbruchfähigkeit der Suche aus, sondern verkürzt die Suchzeiten um einen konstanten Betrag. Dann müßte es einen Haupteffekt von Experiment 4a und 4b geben. Das ist aber ebenfalls nicht der Fall. In Experiment 4a wird nicht generell langsamer als in Experiment 4b gesucht ($F(1,38) = 2{,}63$, n.s.). b) Die Interaktion wird durch andere Faktoren überlagert. Schaut man sich zu diesem Zwecke erneut Abb. 19 an, so wird deutlich, daß bei der Suche nach situativ nahen Objekten die vorhergesagte Interaktion deutlich zu beobachten ist, während sie bei der Suche nach fernen Objekten nur ganz schwach anklingt. Die Ursache für die fehlende Signifikanz der Gesamtinteraktion könnte also darin liegen, daß die Beziehung des fernen Suchgegenstandes zum fernen Kontextgegenstand den Effekt der Abbruchfähigkeit überlagert. Diese Vermutung wird bestätigt, wenn man sich die geringe Steigerung der Suchzeitfunktion für die Suche nach fernen Suchobjekten bei Vorhandensein von fernen Kontextobjekten in Abb. 17a für Experiment 4a anschaut.[1)]

[1)] *Bei Hinzunahme der Daten von Exp. 1, in dem ein noch begrenzteres Suchfeld vorlag, wird die Interaktionshypothese weiter gestützt.*

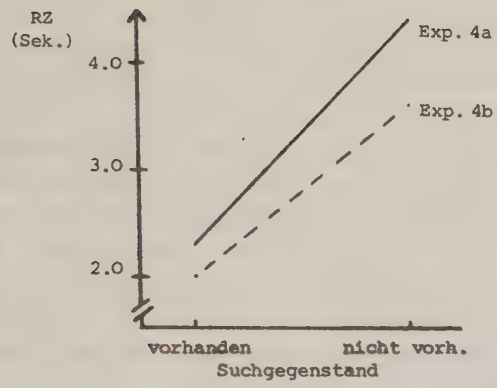


Abb. 20: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene für die zusammengefaßten Mittelwerte der jeweiligen Bedingungen von Experiment 4a und Experiment 4b. Daten von 40 Vpn.

Legt man nun die absoluten Reaktionszeitdifferenzen zwischen Experiment 4a und 4b in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes zugrunde, so bleibt folgendes erklärungsbedürftig: Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes beträgt die Reaktionszeitdifferenz zwischen beiden Experimenten etwa 230 msec., bei Nicht-Vorhandensein dagegen 790 msec. Wenn man diesen Sachverhalt auf Unterschiede in der Zahl der erhobenen Informationsstichproben zurückführt - also eine differentielle Abbruchfähigkeit der Suche in Abhängigkeit vom Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes und der Größe des Suchfeldes annimmt -, so kann man zu folgender Schätzung gelangen: Bei einer durchschnittlichen Fixationsdauer von 300 msec. werden im begrenzten Suchfeld bei Vorhandensein des Suchgegenstandes *eine* In-

formationsstichprobe und beim Nicht-Vorhandensein *zwei bis drei* Informationsstichproben weniger erhoben werden.[1)]

Suchfeldbegrenzung und der Effekt der situativen Nähe

Einer der stabilsten Effekte, der in den vorliegenden Suchexperimenten immer wieder gefunden werden kann, ist die förderliche Wirkung situativer Nähe bei Vorhandensein und die beeinträchtigende Wirkung situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes. Dieser Effekt - im folgenden "Umkehreffekt" genannt - ist bei begrenztem Suchfeld insgesamt geringer als bei nichtbegrenztem Suchfeld (vgl. Abb. 19). Daraus resultiert die statistisch signifikante dreifache Interaktion ($F(1,38) = 16{,}62$, $p < .001$). Die Größe und Beschaffenheit des "Umkehreffektes" hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab; sie hat in Abhängigkeit von der Reaktionskategorie (Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene) eine jeweils andere Funktionsgrundlage. Eine umfassendere Beschreibung dieser Verhältnisse soll an späterer Stelle erfolgen. In diesem Zusammenhang sei lediglich vermerkt, daß der förderliche Effekt situativer Nähe am ausgeprägtesten ist, je "reiner" die Bedingungen für situative Nähe und situative Ferne im Experiment realisiert sind. Verändert man z.B. die räumliche Organisation der Szene oder führt man situativ ferne Kontextgegenstände ein, so schwächt sich der förderliche Effekt situativer Nähe ab (Abb. 5, S. 65 ; Abb. 9, S. 99). Umgekehrt ist der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes um so größer, je stärker der situativ nahe Gegenstand in der Szene erwartet wird. Die Entscheidung, die Suche abzubrechen, wird so-

---

[1)] *In dieser Überlegung wird impliziert, daß eine Fixation mit der Entnahme einer Informationsstichprobe einhergeht.*

wohl durch die "natürlichen" Erwartungen beeinflußt, die sich bei gegebenem Suchziel und gegebener Szene bilden als auch durch Erwartungen, die sich im Laufe des Experimentes herauskristallisieren. Diese zweite Form der "künstlichen" Erwartungen wird durch das Lernen der Auftretenshäufigkeiten von situativ fernen bzw. situativ nahen Gegenständen bestimmt. Wenn im Experiment kein Fall vorkommt, in dem eine Szene einen situativ fernen Gegenstand enthält, so ist der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe am stärksten (vgl. Biederman, Glass & Stacy 1973). Er liegt in der genannten Untersuchung bei etwa 600 Millisekunden. Kommt dagegen ein situativ ferner Gegenstand in 3/4 der experimentellen Fälle vor, so reduziert sich der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe bereits auf 300 Millisekunden (vgl. Experiment 4a, Abb. 9, S. 99).[1)] Die Wirkung der "experimentell" erzeugten Erwartung läßt sich nur bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene beobachten. Bei Vorhandensein dagegen beeinflussen hauptsächlich die durch die Szene in Relation zum Suchobjekt erzeugten Erwartungen die Suche; was sich daran ablesen läßt, daß das häufige Vorkommen eines fernen Gegenstandes in den Szenen den förderlichen Effekt situativer Nähe keineswegs reduziert (vgl. Experiment 1 mit Experiment 4a).

Wie ist auf der Grundlage dieser Überlegungen die gefundene generelle Reduktion des "Umkehreffektes" bei Begrenzung des Suchfeldes (also beim Übergang von Experiment 4a zu Experiment 4b) zu interpretieren? Die Suchfeldbegrenzung ändert grundsätzlich nichts an den "experimentellen" Erwartungen über die Auftretenshäufigkeiten des situativ fernen Gegenstandes. Hierin liegt nicht die Ursache für die Reduk-

---

[1)] *Dieser Bezeichnung liegen nur die vergleichbaren Fälle zugrunde, in denen die Szenen in räumlich geordneter Form und ohne fernen Kontextgegenstand dargeboten wurden.*

tion des Umkehreffektes. Der zugrundeliegende Mechanismus kann an dem Extremfall einer Suchfeldbegrenzung auf zwei Objekte verdeutlicht werden. In diesem Beispiel entfallen die Probleme der Selektion einer Vielzahl von Informationsstichproben; stattdessen reduziert sich die Aufgabe der Vp darauf, die Reizgrundlage mit dem gespeicherten "target" zu vergleichen. Die Variable "situative Nähe" verliert an Bedeutung, weil bei zwei Situationsobjekten noch gar keine sinnvollen "Situations-Erwartungen" gebildet werden können und zum Auffinden des Suchgegenstandes auch nicht unbedingt gebildet werden müssen. Insbesondere ist auch daran zu denken, daß beim begrenzten Suchfeld die Bildung einer *vollständigen* Repräsentation der Szene nicht notwendig zum Auffinden des Suchgegenstandes ist. Wenn aber die Szene unvollständig repräsentiert ist, bevor mit der Entnahme einzelner Informationsstichproben begonnen wird, dann ist es nicht verwunderlich, daß sich der förderliche bzw. beeinträchtigende Effekt situativer Nähe - der ja nur durch die Gesamtszene erzeugt wird - abgeschwächt ist. Aufgrund dessen werden die Reaktionszeiten im wesentlichen durch Prozesse der *Objekt*repräsentation, des Vergleichs und der Auswahl der motorischen Reaktion bestimmt. Eine getrennte Varianzanalyse erbringt keine beeinträchtigende Wirkung situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes, wenn das Suchfeld begrenzt wird (Experiment 4b) ($F(1,19) = 1{,}97$, n.s.). Bei Vorhandensein des Suchobjektes ist jedoch auch bei begrenztem Suchfeld noch ein förderlicher Effekt situativer Nähe feststellbar ($F(1,19) = 8{,}92$, $p < 0.1$), der allerdings in seinem Ausmaß in Experiment 4b gegenüber Experiment 4a reduziert ist.

Suchfeldbegrenzung und die Wirkung des fernen Kontextgegenstandes

Es ist vorhergesagt worden, daß sich die beeinträchtigende Wirkung eines situativ fernen Kontextgegenstandes generell reduziert, wenn das Suchfeld begrenzt wird. In der Varianzanalyse wird die entsprechende Interaktion der Variablen "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" und "Experiment 4a/4b" jedoch nicht signifikant ($F(1,38) = 0{,}54$, n.s.). Berücksichtigt man aber zusätzlich die situative Nähe/Ferne des Suchobjektes und schaut sich die damit entstehende dreifache Interaktion an, so ergibt sich ein statistisch bedeutsamer Befund ($F(1,38) = 4{,}02$, $p < .05$). Wie Abb. 18 entnommen werden kann, wirkt sich ein ferner Kontextgegenstand bei der Suche nach einem situativ fernen Suchgegenstand förderlich (und bei der Suche nach einem situativ nahen Suchobjekt beeinträchtigend) aus. Und umgekehrt wird ohne fernen Kontextgegenstand nach situativ nahen Objekten schneller als nach situativ fernen gesucht. Dieser Effekt ist ohne Suchfeldbegrenzung (Experiment 4a) größer als mit Suchfeldbegrenzung (Experiment 4b); daraus entsteht eine signifikante dreifache Interaktion.

Die förderliche Wirkung eines situativ fernen Kontextobjektes bei der Suche nach einem fernen Suchobjekt bestätigt die These von der "orientierenden Funktion", die der ferne Kontextgegenstand in diesem Falle übernehmen kann. Diese orientierende Funktion des fernen Kontextgegenstandes ist sowohl dann festzustellen, wenn Kontextgegenstand und ferner Suchgegenstand zu den gleichen Kategorien gehören, als auch dann, wenn sie verschiedenen Kategorien zuzurechnen sind (vgl. Experiment 3 und Experiment 4). Es stellt sich in diesem Zusammenhang jedoch die Frage, ob man statt von einer "orientierenden Funktion" des fernen Kontextgegenstandes für den fernen Suchgegenstand von einer "desorientieren-

den Funktion" des fernen Kontextgegenstandes für den situativ nahen Suchgegenstand sprechen sollte. Aus Abb. 18 geht hervor, daß ein ferner Kontextgegenstand die *absoluten* Suchzeiten für einen fernen Kontextgegenstand nicht verkürzt, sondern lediglich die Zeiten für ein situativ nahes Suchobjekt verlängert. Bei dieser Überlegung muß allerdings in Rechnung gestellt werden, daß ein ferner Kontextgegenstand die Suchzeiten ja generell verlängert ($F(1,38) = 32{,}9$, $p < .001$), und daß durch diese generelle Reaktionszeitverlängerung der förderliche Effekt kompensiert wird.

Somit ergeben sich vier erklärungsbedürftige Sachverhalte: Ein ferner Kontextgegenstand verlängert generell die Suche; er fördert die Suche nach einem fernen Suchobjekt und beeinträchtigt die Suche nach einem situativ nahen Suchobjekt; der förderliche bzw. beeinträchtigende Effekt des fernen Kontextgegenstandes ist bei begrenztem Suchfeld geringer als bei weniger begrenztem Suchfeld; die generelle Suchzeitverlängerung durch den fernen Kontextgegenstand ist in begrenztem und unbegrenztem Suchfeld gleich stark (vgl. S. 164; keine signifikante Interaktion der Variablen).

Man kann das Befundmuster also in den Worten beschreiben "Unabhängigkeit des *generellen* Effektes von Suchfeldbegrenzungen" und "Abhängigkeit des *differentiellen* Effektes von Suchfeldbegrenzungen".

Es ist naheliegend, die Wirkungen des fernen Kontextgegenstandes auf eine veränderte Orientierung innerhalb der Suchszene und eine Änderung der Zahl der erhobenen Informationsstichproben zurückzuführen. Bereits auf S.125ff. ist ausgeführt worden, daß es aufgrund der stärker beeinträchtigenden Wirkung des fernen Kontextgegenstandes bei Nicht-Vorhandensein als bei Vorhandensein des Suchgegenstandes unwahrscheinlich ist, daß der ferne Kontextgegenstand aus-

schließlich eine *von der Suche abgetrennte* "Orientierungsphase" verlängert. Die Unabhängigkeit des generell beeinträchtigenden Effektes des fernen Kontextgegenstandes von Suchfeldbegrenzungen spricht für die Beeinflussung einer Orientierungsphase konstanter Dauer. Nimmt man alle experimentellen Bedingungen von Experiment 4a und 4b zusammen, so verlängert ein ferner Kontextgegenstand die Orientierungsphase um durchschnittlich 380 Millisekunden. Bei diesen Überlegungen ist allerdings Vorsicht geboten, denn bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes ist die beeinträchtigende Wirkung des fernen Kontextgegenstandes größer als bei Vorhandensein des Suchgegenstandes, so daß der Wert von 380 Millisekunden insgesamt zu hoch angesetzt sein dürfte. Die Höhe des Fehlbetrages wird durch die Fälle bestimmt, in denen der ferne Kontextgegenstand zur Änderung in der Selektionsreihenfolge der Informationsstichproben geführt hat.

Nach dem generell beeinträchtigenden Effekt des fernen Kontextgegenstandes, der unabhängig von Suchfeldbegrenzungen in seiner Größe konstant ist, soll nun im folgenden der "differentielle Effekt des fernen Kontextgegenstandes", der abhängig von Suchfeldbegrenzungen ist, diskutiert werden.

Ein ferner Kontextgegenstand erschwert generell die Orientierung innerhalb der Suchszene, d.h. er beeinträchtigt z. B. die Kategorisierung der Szene und die Bildung einer schematischen Szenenrepräsentation und führt damit zur generellen Suchzeitverlängerung. Es wird durch den fernen Kontextgegenstand aber nicht nur diese "Desorientierung" erzeugt, sondern positiv eine "Neuorientierung". D.h. die "Desorientierung" resultiert daraus, daß zwei Orientierungsschemata aufgebaut werden müssen: eins für die Szene und eins für den fernen Kontextgegenstand. Die Verarbeitung, die dem fernen Kontextgegenstand zugute kommt, geht der Ver-

arbeitung der Szenen vorübergehend verloren. Die positiv orientierende Funktion des fernen Kontextgegenstandes zeigt sich in der förderlichen Wirkung bei der Suche nach einem ebenfalls situativ fernen Objekt. Entsprechend kommt die beeinträchtigende Wirkung des fernen Kontextgegenstandes für ein situativ nahes Suchobjekt dadurch zustande, daß eine inadäquate ("falsche") Reaktionskategorie aktiviert wird. Vergleichbare Oberlegungen finden sich bei Palmer (1975a), der die beeinträchtigende Wirkung situativ ferner Objekte auf die Aktivierung "falscher" Reiz-Reaktionskategorien zurückführt. In diesem Interpretationsrahmen kann man annehmen, daß der ferne Kontextgegenstand den situativ nahen Suchgegenstand partiell zum fernen Suchgegenstand werden läßt.

In den bisherigen Oberlegungen sind das "Orientierungsschema" für die Szene und das "Orientierungsschema" für den fernen Kontextgegenstand als funktional gleichwertig angesehen worden. Diese Interpretation ist jedoch nicht mit dem Sachverhalt vereinbar, daß im begrenzten Suchfeld der förderliche Effekt des fernen Kontextgegenstandes geringer ist als im weniger begrenzten Suchfeld. Diese geringere förderliche Wirkung des fernen Kontextgegenstandes im begrenzten Suchfeld spricht dafür, daß das positive Orientierungsschema des fernen Kontextgegenstandes erst *zeitlich nach* dem Orientierungsschema für die Szene aufgebaut wird. Diese Annahme ist plausibel, weil ein ferner Kontextgegenstand als solcher nur auf dem Hintergrund der Szene erkannt werden kann.

Damit ergibt sich folgender zeitlicher Verlauf der Verarbeitung:

a) Es wird ein Orientierungsschema für die Szene aufgebaut; der Aufbau dieses Orientierungsschemas wird durch den

fernen Kontextgegenstand erschwert; daraus ergibt sich der generell beeinträchtigende Effekt des fernen Kontextgegenstandes, der unabhängig von Suchfeldbegrenzungen ist.

b) Auf dieser Grundlage wird der ferne Kontextgegenstand als "abweichendes Ereignis" funktional wirksam; der ferne Kontextgegenstand erhält eine orientierende Funktion für den fernen Suchgegenstand und eine "desorientierende" für den situativ nahen Suchgegenstand. Bei begrenztem Suchfeld kann der situativ ferne Suchgegenstand bereits aufgefunden werden, bevor der ferne Kontextgegenstand seine positiv orientierende Funktion übernehmen kann; entsprechend kann der situativ nahe Suchgegenstand aufgefunden werden, noch bevor der ferne Kontextgegenstand seine "desorientierende" Funktion übernehmen kann.[1)]

Bei der Formulierung des Hypothesen über die Wirkung des fernen Kontextgegenstandes ist vermutet worden, daß die beeinträchtigende Wirkung des fernen Kontextgegenstandes im begrenzten Suchfeld abnimmt, weil er sich durchschnittlich in 50 % der Fälle nicht mehr im relevanten Suchfeld befindet. Diese Vermutung soll nun genauer geprüft werden. Zunächst können die Suchzeiten für alle *Einzelreize*, in denen sich der Kontextgegenstand im relevanten Suchfeld befand, mit den Einzelreizen verglichen werden, in denen der Kontextgegenstand außerhalb des relevanten Suchfeldes lag. Es zeigt sich, daß die Suchzeiten unabhängig davon sind, ob sich der ferne Kontextgegenstand innerhalb oder außerhalb des relevanten Suchfeldes befindet (Tab. 17). Dies gilt in gleicher Weise für Experiment 4a (= 3.83 bzw. 3.89 Sekunden) wie für Experiment 4b (= 3.06 bzw. 3.08 Sekunden).

[1)] *In Szenen ohne fernen Kontextgegenstand ist im begrenzten Suchfeld ein geringerer Effekt situativer Nähe zu beobachten als im weniger begrenzten (vgl. S. 163).*

Die in den Hypothesen geäußerte Vermutung hat sich also nicht bewahrheitet: Selbst wenn sich der ferne Kontextgegenstand nicht mehr innerhalb des relevanten Suchfeldes befindet, behält er prinzipiell seine Wirksamkeit bei. Ein Hinweispfeil auf die ausschließlich relevante Suchfeldhälfte hält den Betrachter also nicht davon ab, den fernen Kontextgegenstand im falschen Feld zu beachten.

Tab. 17: Suchzeiten in Sekunden (Sek.) für die Einzelreize aus Experiment 4a[1] und 4b. Es wurden alle Fälle, in denen sich der ferne Kontextgegenstand innerhalb bzw. außerhalb des relevanten Suchfeldes befand, getrennt ausgewertet und arithmetisch gemittelt ($\bar{x}$). Verzeichnet ist auch die Abhängigkeit vom Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes. Nähere Angaben S. 176f.

	ferner Kontextgegenstand innerhalb des relevanten Suchfeldes		ferner Kontextgegenstand außerhalb des relevanten Suchfeldes	
	Exp. 4a	Exp. 4b	Exp. 4a	Exp. 4b
Suchgegenstand vorhanden	3.01 Sek.	2.38 Sek.	2.63 Sek.	1.83 Sek.
Suchgegenstand nicht vorhanden	4.65 Sek.	3.73 Sek.	5.14 Sek.	4.32 Sek.
$\bar{x}$	3.83 Sek.	3.06 Sek.	3.89 Sek.	3.08 Sek.

Aus Tab. 17 kann noch ein weiterer interessanter Befund entnommen werden, wenn man zusätzlich berücksichtigt, ob der Suchgegenstand vorhanden oder nicht vorhanden ist. Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wirkt sich der ferne Kon-

---

[1] *In Experiment 4a sind für die Suche beide Suchfeldhälften gleichermaßen relevant. Zu Vergleichszwecken sind jedoch die* Parallelfälle *aus Experiment 4a ebenfalls aufgeführt.*

textgegenstand *beeinträchtigend* aus, wenn er sich innerhalb des relevanten Suchfeldes befindet. Dieser beeinträchtigende Effekt beträgt für beide Experimente durchschnittlich 465 Millisekunden. Bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes ist es *hilfreich*, wenn sich der ferne Kontextgegenstand innerhalb des relevanten Suchfeldes befindet (durchschnittliche Suchzeitverkürzung: 540 Millisekunden).

Die Interpretation für diesen Sachverhalt muß zunächst spekulativ bleiben. Es scheint jedoch, daß der ferne Kontextgegenstand bei Vorhandensein eine andere Funktionsgrundlage als bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes hat. Der ferne Kontextgegenstand wirkt jeweils in Abhängigkeit von der *Dauer* der Suche anders. Wenn die Suche schnell beendet werden kann, ist es störend, wenn sich ein ferner Kontextgegenstand in näherer Umgebung der Suchgegenstandes befindet. Dauert die Suche jedoch länger an, kann der ferne Kontextgegenstand eine zusätzliche Hilfe sein, innerhalb des relevanten Suchfeldes zu bleiben; befindet sich der ferne Kontextgegenstand bei fortdauernder Suche außerhalb des relevanten Suchfeldes, so wird er zunehmend beachtet und gewinnt damit die Funktion, das Suchfeld auszuweiten (vgl. S. 176).

Einfluß der Suchfeldbegrenzung auf einzelne Versuchsbedingungen

In den bisherigen Überlegungen ist der Einfluß der Suchfeldbegrenzung auf die Abbruchfähigkeit der Suche, auf den Effekt der situativen Nähe und auf den generellen und differentiellen Effekt des fernen Kontextgegenstandes erörtert worden. Im folgenden soll ergänzend die einzelnen Versuchsbedingungen in beiden Experimenten miteinander verglichen werden, um zusätzliche und detailliertere Auf-

schlüsse über die Suchfeldbegrenzung zu erhalten. In Tab. 18 sind die Reaktionszeitdifferenzen der einzelnen Bedingungen von Experiment 4a und 4b aufgetragen.

Es fällt auf, daß die Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden ist, mehr von der Suchfeldbegrenzung profitieren (durchschnittliche Suchzeitverkürzung 788 Millisekunden) als die Bedingungen, in denen der Suchgegenstand vorhanden ist (durchschnittliche Suchzeitverkürzung 235 Millisekunden). Enthält die Szene einen fernen Kontextgegenstand, so beträgt die Suchzeitverkürzung bei begrenztem Suchfeld im allgemeinen 558 Millisekunden, während die Suchzeit in Szenen ohne fernen Kontextgegenstand nur um 465 Millisekunden verkürzt wird. Diese Befunde zeigen sehr deutlich, daß sich eine Suchfeldbegrenzung immer bei den Faktoren besonders förderlich bemerkbar macht, die die Suche üblicherweise besonders beeinträchtigen.

Dieser Sachverhalt bestätigt sich auch für den förderlichen Effekt situativer Nähe bei Vorhandensein des Suchgegenstandes und den beeinträchtigenden Effekt situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes. Ist der Suchgegenstand in der Szene vorhanden, so profitieren situativ ferne Suchobjekte am meisten von der Suchfeldbegrenzung; während bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes in der Szene situativ nahe Suchobjekte den größten Nutzen ziehen.

Aus diesem allgemeinen Befundhintergrund fallen jedoch zwei Versuchsbedingungen heraus:

1) Wenn ein vorhandener, situativ naher Suchgegenstand aufgefunden werden soll und die Szene keinen fernen Kontextgegenstand enthält - also im "ökologischen Normalfall" der Suche - führt eine Suchfeldbegrenzung zu dem paradoxen Befund einer Suchzeitverlängerung um 260 Milli-

Tab. 18: Reaktionszeitdifferenzen (RZ-diff.) in Millisekunden (msec) aus Experiment 4a und 4b für die einzelnen Bedingungen der Experimente. Positive Werte geben eine Verbesserung der Suchleistung im Experiment mit begrenztem Suchfeld an, während der negative Wert eine Verschlechterung der Suchleistung in Experiment 4b gegenüber 4a bedeutet. (Kontextgegenstand = K.G.; Suchgegenstand = S.G.)

			RZ-diff. Exp. 4a - 4b in msec
Suchgegenstand vorhanden	ohne fernen K.G.	S.G. nah	- 260
		fern	+ 450
	mit fernem K.G.	nah	+ 140
		fern	+ 610
Suchgegenstand nicht vorhanden	ohne fernen K.G.	nah	+ 940
		fern	+ 730
	mit fernem K.G.	nah	+ 1180
		fern	+ 300

sekunden. Bei der Interpretation dieses Befundes ist allerdings Vorsicht geboten, weil gerade in dieser Versuchsbedingung ein starker Rückgang der Fehlerzahl (vgl. Tab. 16) nach Suchfeldbegrenzung zu verzeichnen ist (von 13,5 % auf 4,5 %), was üblicherweise zur Erhöhung der Reaktionszeiten führt. Immerhin bleibt bemerkenswert, daß im "Normalfall" der Suche eine Suchfeldbegrenzung wenig förderlich oder gar hinderlich zum Auffinden des Suchgegenstandes ist. Damit wird die Hypothese gestützt (vgl. S. 144), daß eine Suchfeldbegrenzung die Selektionsreihenfolge von Informationsstichproben erschweren kann. Aufgrund der Suchfeldbegrenzung gehen im "ökologischen Normalfall" Lokalisationsinformationen verloren,

die die zielgerichtete Selektion von Informationsstichproben beeinträchtigen. Es muß jedoch noch eine andere Interpretationsmöglichkeit in Erwägung gezogen werden. Die Hinweisinformation "Suche in der rechten bzw. linken Hälfte des Bildes!" könnte in Konflikt treten mit den im Bild vorhandenen Lokalisationsinformationen und auf diese Weise die Suche beeinträchtigen. Nach dieser Interpretation würden die Lokalisationsinformationen also nicht verloren gehen; die Erschwernis käme lediglich dadurch zustande, daß die Vp eine Doppelaufgabe zu lösen hätte, nämlich die adäquate Informationsstichprobe aufgrund der im Bild enthaltenen Lokalisationsinformationen *und* aufgrund des Hinweispfeils zu selegieren. Zwischen diesen Interpretationsalternativen kann im Moment nicht eindeutig entschieden werden; die Gültigkeit der "Konflikthypothese" wird jedoch dadurch beschränkt, daß sie in ähnlicher Weise auf alle vier Versuchsbedingungen anwendbar sein müßte, in denen nach einem situativ nahen Objekt gesucht wird.

2) Eine andere Versuchsbedingung fällt ebenfalls aus dem Rahmen des üblichen Befundmusters: Wenn nach einem nicht vorhandenen, *situativ fernen* Suchgegenstand gesucht werden soll und die Szene einen fernen Kontextgegenstand enthält, bewirkt eine Suchfeldbegrenzung die vergleichsweise sehr geringe Suchzeitverkürzung von 300 Millisekunden. Das Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes und das Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes sind Faktoren, die normalerweise bei begrenztem Suchfeld zu starken Reaktionszeitverkürzungen Anlaß geben, so daß man eine Verkürzung von etwa 800 Millisekunden erwarten müßte.

Zur Erklärung dieses Sachverhaltes kann angenommen werden, daß der ferne Kontextgegenstand die Funktion hat,

das relevante Suchfeld abzustecken. Bereits aus Tab. 17 ist deutlich geworden, daß ein ferner Kontextgegenstand, der sich *innerhalb* des relevanten Suchfeldes befindet, die Suchzeiten verkürzt, wenn der Suchgegenstand nicht vorhanden ist (4,65 vs. 5,14 Sek. bzw. 3,73 bs. 4,32 Sek.); umgekehrt verlängert ein *außerhalb* des relevanten Suchfeldes befindlicher ferner Kontextgegenstand die Suche. Die Funktion des fernen Kontextgegenstandes, das relevante Suchfeld abzustecken, tritt vor allem dann in Kraft, wenn nach einem fernen Objekt gesucht werden soll - wenn der ferne Kontextgegenstand also verstärkt aufgabenrelevant für den Suchgegenstand ist. Damit wird also die Hypothese der Eingrenzung des relevanten Suchfeldes durch den fernen Kontextgegenstand bei der Suche nach einem nicht vorhandenen fernen Suchgegenstand gestützt (S. 135); von einer Suchfeldbegrenzung *durch Hinweisinformation* können die Vpn in diesem Fall wenig profitieren. Die relative Stabilität der Suchzeiten für diese Bedingung macht es auch verständlich, warum es in Experiment 4b, nicht aber in Experiment 4a zu einer Interaktion der Variablen "Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes" und "mit/ohne fernen Kontextgegenstand" kommt: Bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene findet in Experiment 4b eine Suchzeitverkürzung für die anderen drei Versuchsbedingungen statt, so daß sich die Abstände zwischen den Bedingungen mit vs. ohne fernen Kontextgegenstand relativ vergrößern.

Zusammenfassende und abschließende Bemerkungen

Im vorliegenden Experiment 4b ist das Suchfeld mittels eines Pfeils begrenzt worden, der die relevante Suchfeldhälfte anzeigte. Damit wurde das Suchfeld *nicht physikalisch* reduziert, woraus sich die Möglichkeit ergab, aufgabenirre-

levante und periphere Faktoren aus der "falschen" Suchfeldhälfte in ihrer Wirksamkeit auf die Suche zu analysieren. Mit dieser Technik ergaben sich Befunde, die sich im allgemeinen folgendermaßen zusammenfassen lassen: Aufgabenirrelevante und periphere Faktoren (speziell der ferne Kontextgegenstand) beeinflussen die *Suche, die andauert*, weil der Suchgegenstand nicht aufgefunden werden kann. Wird die Suche dagegen schnell beendet, weil der Suchgegenstand im relevanten Suchfeld entdeckt wird, so spielen diese peripheren Faktoren eine untergeordnete Rolle. Für den Fall, daß sich die Aufgabenrelevanz des fernen und peripheren Kontextgegenstandes dadurch erhöht, daß nach einem ebenfalls situativ fernen Suchgegenstand gesucht werden soll, vermag die Suchfeldbegrenzung mittels Hinweispfeil wenig auszurichten; stattdessen übernimmt der ferne Kontextgegenstand die Funktion der Suchfeldbegrenzung.

Das begrenzte Suchfeld reduziert die Effekte situativer Nähe bzw. Ferne des Suchobjektes und des fernen Kontextgegenstandes. Diesen Sachverhalt kann man auch so formulieren, daß ein begrenztes Suchfeld den Situationskontext "zerstört". Bei extremen Suchfeldbegrenzungen - z.B. bei der Begrenzung auf zwei Objekte - ist es unmittelbar einsichtig, daß hier kaum mehr von Situationen oder Handlungskontexten gesprochen werden kann. Interessant wäre in diesem Zusammenhang ein Experiment, in dem noch begrenztere Suchfelder als in Experiment 4b gewählt würden; der Hinweispfeil könnte z.B. direkt auf das in Frage kommende Suchobjekt zeigen.

Von einer Suchfeldbegrenzung profitieren besonders die Faktoren, die im weniger begrenzten Suchfeld die Suche besonders verlängern (Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes, ferner Kontextgegenstand im Bild, situative Ferne des Gegenstandes bei Vorhandensein und situative Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes). Im begrenzten Suchfeld wer-

den alle Wirkungen im Sinne eines "ceiling-Effektes" nivelliert.

Unter bestimmten Bedingungen kann eine Suchfeldbegrenzung sich allerdings auch beeinträchtigend auswirken, nämlich wenn bei der "natürlichen" Suche (das Suchobjekt ist situativ nah und in der Szene enthalten; ein ferner Kontextgegenstand fehlt) Lokalisationsinformationen über die Position des "targets" aufgrund der Suchfeldbegrenzung verlorengehen und somit die Selektion der adäquaten Informationsstichprobe erschwert wird.

Neben der Möglichkeit, das Suchfeld durch Lokalisationsinformationen hinsichtlich der Position des "targets" zu begrenzen, gibt es noch andere Typen von Hinweisinformationen, die *funktional* zu einer Suchfeldbegrenzung führen können. Jedes andere Merkmal, das das Wissen über die Beschaffenheit des "targets" bereichert, konkretisiert und spezifiziert, ist dazu in der Lage, eine Suchzeitverkürzung herbeizuführen. Farbinformationen haben sich bei der visuellen Suche als außerordentlich hilfreiche Hinweisinformationen erwiesen, während das für Form- und Größenmerkmale in geringem Ausmaß zutrifft (Luria & Strauss 1975).

Indirekt sind dem experimentellen Typ der Suchfeldbegrenzung auch alle die Untersuchungen zuzurechnen, in denen die Zahl der "items" variiert wird, die durchmustert werden müssen. In der Regel findet sich in diesen Experimenten, daß die Suchzeiten linear mit der Zahl der "items" zunehmen (Jonides & Gleitman 1972, 1976; Homgren 1974; Green & Anderson 1956; Johnston 1965; Eriksen 1953; Gould 1973).

Es zeigen sich jedoch auch regelmäßig widersprüchliche Befunde, an denen deutlich wird, daß im begrenzteren Suchfeld nicht länger als im weniger begrenzten gesucht wird: die

Suchzeitfunktion ist unabhängig von der Größe des "displays" abszissenparallel (z.B. Smith 1962; Shiffrin, McKay & Shaffer 1976; Egeth, Atkinson, Gilmore & Marcus 1973). Wenn die Suchfunktionen nicht abszissenparallel verlaufen, so sind sehr *unterschiedlich starke Steigungen* der Suchzeitfunktionen zu beobachten. Diese Sachverhalte sind erklärungsbedürftig. Entscheidend für den Verlauf der Suchzeitfunktionen ist nicht primär die physikalische Größe des Suchfeldes, sondern die zur Lösung der Aufgabe relevante und funktional wirksame Größe. Zur Eingrenzung des funktional wirksamen Suchfeldes können nicht nur physikalische und visuelle Merkmale, sondern auch Kategorieninformationen höherer Ordnung herangezogen werden. Die natürliche Kategoriezugehörigkeit des "targets" kann als ein Merkmal dieses "targets" - wie andere Merkmale auch - aufgefaßt werden (Neumann 1980), und die kategoriale Information dieses "targets" kann zur Selektion dienen. Auf diesem Hintergrund wird verständlicher, warum sich bei der Suche nach einem "target", das einer anderen Kategorie als die Kontextelemente angehört, keine oder nur eine sehr geringe Zunahme der Suchzeit mit zunehmender Größe des Suchfeldes ergibt, während die Suche nach einem "target" der gleichen Kategorie die Steigung der Suchzeitfunktion stark beeinflußt: Im ersten Fall kann das "target" bereits aufgrund von Kategorieinformationen lokalisiert werden, während im letzteren Fall die Verarbeitung bis zur Identifikation der Einzelreize fortschreiten muß. Entsprechend dieser Annahme haben Jonides & Gleitman (1976) gefunden, daß die Suche nach einem "target" aus der gleichen Kategorie wie die Kontextelemente von der Einführung zusätzlicher Hinweisreize enorm profitiert, während die Suche zwischen Kategorien keinen Nutzen durch diese Hinweisreize zieht.

5. EXPERIMENT 4C: SCHEMATISCHE VORINFORMATION BEI DER SUCHE IN KOMPLEXEN SZENEN

A. Einleitung

In den vorangegangenen Untersuchungen ist immer wieder auf ein Modell zurückgegriffen worden, wo nach der Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation Prozesse der Entnahme einzelner Informationsstichproben folgen. Bei der ganzheitlichen Szenenrepräsentation wiederum sind verschiedene Teilprozesse zu unterscheiden, z.B. (räumliche) Orientierung und Kategorisierung der Szene. Wenn man nun versucht, die Beschaffenheit und Dauer der ganzheitlichen Szenenrepräsentation in *direkter* Weise zu ermitteln und zu messen, so bieten sich verschiedene Methoden an, die an einzelnen Stellen der bisherigen Untersuchungen bereits angedeutet worden sind. Die wichtigsten dieser Methoden sollen im folgenden noch einmal kurz zusammengestellt werden.

Im Erkennungsexperiment wird die Expositionsdauer für die Darbietung der Szene variiert, und es wird die Erkennungsleistung für die Gesamtszene gemessen. In solchen Experimenten findet sich, daß die wesentliche Leistungsverbesserung bei einer Darbietungsdauer im Bereich von 100 bis 300 Millisekunden erreicht wird. Längere Expositionszeiten (bis zu 4 Sekunden) führen zu keinem wesentlichen Leistungsanstieg (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974).

Die Generalisierbarkeit der mit dieser Methode gewonnenen Ergebnisse auf das visuelle Suchen muß jedoch angezweifelt werden, da unklar bleibt, welche Operationen und Transformationen die Vp mit dem Verarbeitungsresultat im Reproduktionsintervall - also in der Zeit nach Beendigung der Darbietung bis zur Reproduktion - vollzieht. Aufgrund dessen kann nicht ohne weiteres entschieden werden, ob die auftretenden Leistungsdifferenzen auf die "frühe Verarbeitung" oder die nachträglichen Operationen zurückzuführen sind.

Eine validere Methode könnte darin bestehen, innerhalb der visuellen Suchaufgabe zu verbleiben, sie aber so umzugestalten, daß zu ihrer Lösung lediglich die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation - nicht jedoch die

eigentliche Suche - notwendig wird. Eine solche Versuchsbedingung ist innerhalb der visuellen Suchaufgabe z.B. dann gegeben, wenn die Vp weiß, daß die Szenen keine situativ fernen Suchobjekte enthalten können; in diesem Falle kann die Suche beendet werden, nachdem die Szene in ganzheitlicher Weise verarbeitet worden ist und die Vp die thematische Differenz zwischen Suchgegenstand und Suchszene festgestellt hat. In solch einer Aufgabe findet sich, daß die Zeiten für die Orientierung und die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation bei etwa 1,2 Sekunden liegen (Biederman, Glass & Stacy 1973).

Zusätzliche Aufschlüsse über die Beschaffenheit von Orientierung und Szenenrepräsentation können schließlich Augenbewegungsuntersuchungen entnommen werden. Dabei werden lange Sakkaden (d.h. große Entfernungen zwischen zwei Fixationen) zu Beginn der Bildwahrnehmung im Vergleich zu kurzen Sakkaden am Ende der Bildwahrnehmung als Hinweis auf das Auftreten von Orientierungsprozessen gewertet. In solchen Untersuchungen kann gefunden werden, daß die ersten zwei bis drei Fixationen der Orientierung gelten (Antes 1974). Das würde einer Zeitdauer von 600 bis 900 Millisekunden entsprechen. Bei diesem Maß ist natürlich nicht gewährleistet, daß auch die globale Szenenrepräsentation in dieser Zeit bereits erstellt ist, so daß sich der Wert von 1,2 Sekunden doch als realistisch erweisen könnte.

In der folgenden Untersuchung ist ein anderer Weg zur Analyse der ganzheitlichen Szenenrepräsentation beschritten worden.

Es wurde eine schematisierte Version (Umrißzeichnung) der Szene vor Darbietung des eigentlichen Suchbildes geboten (Abb. I im Anhang S. 465). Darin war der Suchgegenstand nicht enthalten. Lediglich die Konturen des Raumes und der großen Gegenstände im Raum waren dargestellt. Die schematisierte Szene ermöglichte die Kategorisierung der Gesamtszene und die räumliche Orientierung.

Durch diese Vorgehensweise sollte die ganzheitliche Szenenrepräsentation experimentell erzeugt und der eigentlichen Suche vorangestellt werden. Aus dem Vergleich der Suchleistungen in Experimenten mit schematischer Vorinformation

und ohne diese Vorinformation kann - so die Annahme - auf die Funktionsweise der ganzheitlichen Szenenrepräsentation bei der visuellen Suche geschlossen werden.[1)]

Allerdings muß bei all diesen Überlegungen berücksichtigt werden, daß zur ganzheitlichen Szenenrepräsentation ja nicht nur die räumliche Orientierung und die Kategorisierung der Szene, sondern auch eine analoge ("quasi-photographische") Repräsentation der Szene gehört. Diese Komponente der Szenenrepräsentation muß im nachfolgenden Experiment nach wie vor erstellt werden.

Es gibt mindestens die folgenden drei Möglichkeiten, wie die ganzheitliche Szenenrepräsentation und die restlichen Verarbeitungsprozesse (Entnahme von Informationsstichproben, Vergleich zwischen Suchobjekt und Szenenobjekt, Bereitstellung der Reaktionskategorie, Ausführung der motorischen Reaktion) miteinander in Beziehung stehen können:

a) Die ganzheitliche Szenenrepräsentation ist eine der Suche zeitlich vorausgehende und abtrennbare Verarbeitungsstufe. Sollte sich diese Annahme als richtig erweisen, dann müßten die Zeiten in einem Experiment mit schematischer Vorinformation um einen *konstanten* Betrag verkürzt sein gegenüber einem Experiment ohne schematische Vorinformation. Diese Verkürzung um einen konstanten Betrag sollte in allen experimentellen Bedingungen zu beobachten sein, unabhängig von der Beschaffenheit des Suchziels, der Abbruchfähigkeit der Suche etc. (Modell a).

b) Die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation erfolgt *simultan* mit den anderen Verarbeitungsprozessen

---

[1)] *Eine weitere Methode zur Analyse der Orientierungsprozesse beim visuellen Suchen besteht darin, die Suchszene um einen bestimmten Betrag zu rotieren und die Suchleistung mit dem Ausmaß der Rotation in Beziehung zu setzen.*

(Entnahme von Informationsstichproben etc.). Bei Gültigkeit dieses Modells b würde die Gesamtreaktionszeit durch den am längsten andauernden Verarbeitungsprozeß bestimmt werden (Taylor 1976). Schematische Vorinformation würde sich in diesem Falle überhaupt nicht auf die Reaktionszeiten auswirken, es sei denn, sie beeinflußte den Verarbeitungsprozeß mit der längsten Dauer. In diesem Fall wird jedoch ein anderer Prozeß die längsten Zeiten benötigen.

c) Die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation geht zwar der Entnahme der Informationsstichproben (etc.) zeitlich und funktional voraus, sie *muß* jedoch *nicht vollständig abgeschlossen sein*, bevor die Entnahme und Überprüfung der Informationsstichproben erfolgen kann. Beide Prozesse folgen zwar sukzessiv aufeinander, an die Entnahme und Überprüfung von Informationsstichproben kann sich jedoch ein erneuter (ergänzender) Prozeß der Szenenrepräsentation anschließen. Es wird angenommen (wie in den beiden vorhergehenden Modellen auch), daß die Prozesse der Szenenrepräsentation und der Entnahme und Überprüfung von Informationsstichproben eine bestimmte maximale Zeitdauer jeweils nicht überschreiten. Bei Gültigkeit dieses Modells (Modell c) sollte sich eine schematische Vorinformation in den Fällen als besonders hilfreich erweisen (relativ zu einem Experiment ohne diese Vorinformation), in denen die Suche aufgrund der Versuchsbedingungen besonders lange andauert; denn nur in diesen Fällen bildet sich eine ganzheitliche Szenenrepräsentation heraus, während in den anderen Fällen die Verarbeitung abgebrochen werden kann, noch bevor die Gesamtszene vollständig repräsentiert ist.

Da das folgende Experiment mit Vorgabe der schematischen Vorinformation ansonsten eine genaue Replikation von Ex-

periment 4a sein soll, ergeben sich aufgrund des Modells c folgende Vorhersagen:

- Bei abbruchfähiger Suche, also wenn der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist, sollte schematische Vorinformation die Gesamtzeiten nicht so stark verkürzen wie bei vollständiger Suche.

- Bei Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Szene sollte die Suche durch schematische Vorinformation stärker verkürzt sein als in den Bedingungen ohne diesen fernen Kontextgegenstand.

- Die Suche nach situativ fernen, vorhandenen Suchgegenständen und nach situativ nahen, nicht vorhandenen Suchgegenständen sollte in besonderer Weise von der schematischen Vorinformation profitieren.

- Bei Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Szene erleichtert schematische Vorinformation vor allem die Suche nach situativ nahen Gegenständen, während ohne diesen fernen Kontextgegenstand hauptsächlich die Suche nach situativ fernen Objekten profitiert.

Diese Ergebnisse sind allein aufgrund der Befunde von Experiment 4a (S.100) ableitbar, unter der Annahme, daß diejenigen Versuchsbedingungen besonders von einer schematischen Vorinformation gefördert werden, in denen die Suche lange andauert; in diesen Bedingungen muß damit gerechnet werden, daß eine vollständige Szenenrepräsentation gebildet wird (also die maximale Dauer für diesen Prozeß ausgeschöpft ist), so daß sich hier eine schematische Vorinformation um so stärker hilfreich auswirken kann.

B. Experimente

Zur Überprüfung dieser Modelle wurden die Ergebnisse eines Experimentes mit schematischer Vorinformation (Experiment 4c) den Ergebnissen eines Experimentes ohne diese Vorinformation (Experiment 4a) gegenübergestellt.

Experiment 4a ist ausführlich auf S. 92ff. und zusammenfassend auf S. 151ff. beschrieben worden. Im folgenden soll daher nur kurz die Unterschiede zwischen beiden Experimenten erläutert werden.

In Experiment 4a wurde nach Darbietung des Wortes, das den Suchgegenstand bezeichnete, die Suchszene gezeigt, während in Experiment 4c zwischen die Wortdarbietung und die Darbietung der Suchszene eine schematische Vorinformation eingeschoben worden ist. Bei dieser schematischen Szene handelte es sich um eine Strichzeichnung des Raumes und der großen Gegenstände der Suchszene. Das Suchobjekt war selbstverständlich in der schematischen Vorinformation nicht enthalten.

Die genauen zeitlichen Verhältnisse zwischen den Einzelexpositionen lassen sich für Experiment 4c folgendermaßen beschreiben:

Das Wort, das den Suchgegenstand bezeichnete, wurde für 3 Sekunden dargeboten; es folgte ein Intervall von 1 Sekunde. Danach wurde für 3 Sekunden die schematische Szene exponiert und nach einem Intervall von wiederum 1 Sekunde erschien die Suchszene. Die Suchszene blieb bis zur Tastendruckreaktion der Vp auf dem Bildschirm. Nach Verlöschen der Suchszene schloß sich ein Intervall von 5 Sekunden an, und der gesamte Zyklus wiederholte sich, beginnend mit der Wortexposition.

---

[1] *Im Anhang (S. 492f.) wird über Versuche berichtet, in denen zuerst die Suchszene mit dem darin enthaltenen Suchobjekt und danach der Suchgegenstand dargeboten wurden.*

Beiden Experimenten lag ein 2 × 2 × 2-faktorieller Versuchsplan zugrunde. Der Suchgegenstand konnte also situative Nähe oder Ferne besitzen, in der Suchszene vorhanden oder nicht vorhanden sein und die Suchszene konnte außerdem einen fernen *Kontext*gegenstand enthalten oder nicht enthalten.

C. Befunde

Die Varianzanalyse ergab für die oben dargestellten Experimente 4a und 4c folgende Ergebnisse (Tab. 14a, S. 159 und Tab. 19):

Experiment 4a:

1) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wird generell schneller gesucht als bei Nicht-Vorhandensein.

2) Ein situativ ferner Kontextgegenstand verlängert generell die Suchzeiten.

3) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes wirkt sich situative Nähe des Suchgegenstandes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus. Umgekehrt wirkt sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes situative Ferne beeinträchtigend und bei Nicht-Vorhandensein förderlich aus.

4) Situative Ferne des Suchgegenstandes und situative Ferne des Kontextgegenstandes interagieren:

Ein situativ ferner Kontextgegenstand wirkt sich bei der Suche nach einem situativ fernen Suchgegenstand förderlich und bei der Suche nach einem situativ nahen Suchgegenstand beeinträchtigend aus.

Tab. 19: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4c (vgl. Reaktionszeitergebnisse in Abb. 21). Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne fernen Kontextgegenstand.
Daten von 20 Vpn.

Source	SS	DF	F	P
Subj.	105465503.6250			
1	106871782.6563	1.	54.1501	0.0000
	37498771.9688	19.		
2	664995.1563	1.	5.9914	0.0230
	2108851.9688	19.		
3	879863.9063	1.	3.4721	0.0749
	4814853.7188	19.		
12	6883606.0563	1.	46.7922	0.0000
	2795092.0687	19.		
13	3181806.0563	1.	24.6263	0.0002
	2454863.5687	19.		
23	1764630.0563	1.	9.5434	0.0061
	3513197.0687	19.		
123	6212.5563	1.	0.0531	0.8147
	2221094.5687	19.		

Experiment 4c:

Alle in Experiment 4a gefundenen Ergebnisse erweisen sich auch in Experiment 4c als ähnlich signifikant. Allerdings sinkt das Signifikanzniveau für Bedingungen, in denen ein situativ ferner Kontextgegenstand in den Szenen enthalten ist ($F(1,19) = 3{,}47$, $0.05 < p < .10$). Zusätzlich wird jedoch noch ein Haupteffekt und eine zweifache Interaktion bedeutsam:

5) Nach situativ nahen Suchgegenständen wird generell schneller gesucht als nach situativ fernen ($F(1,19) = 5{,}99$, $p < 0.05$).

6) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wirkt sich ein ferner Kontextgegenstand weniger beeinträchtigend aus als bei Nicht-Vorhandensein ($F(1,19) = 24{,}63$, $p < 0.001$).

Neben diesen getrennten Varianzanalysen für die Experimente 4a und 4c wurde eine Varianzanalyse durchgeführt, in der als vierter Faktor der Vergleich von Experiment 4a und 4c einging (Tab. 20, S. 195):

- Bei Vorgabe einer schematischen Szene (Experiment 4c) wird generell schneller gesucht als ohne diese Vorgabe (Experiment 4a) ($F(1,38) = 4{,}98$, $p < 0.05$).

- Bedingungen, in denen ein ferner Kontextgegenstand in der Szene enthalten war, profitieren stärker von einer schematischen Vorinformation als Bedingungen ohne diesen fernen Kontextgegenstand ($F(1,38) = 4{,}54$, $p < 0.05$).

- Der "Umkehreffekt" situativer Nähe (situative Nähe des Suchgegenstandes wirkt sich bei Vorhandensein in der Sze-

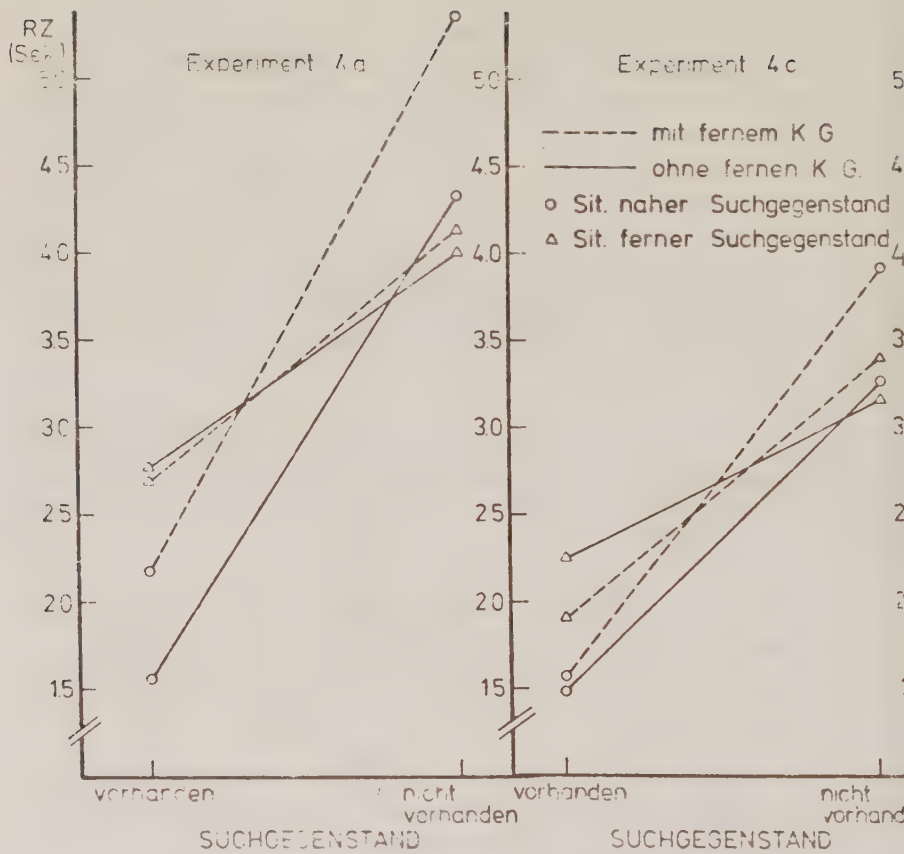


Abb. 21: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) aus Experiment 4a und 4c in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. In Experiment 4c geht der Darbietung der Suchszene eine schematische Umrißzeichnung der Szene voraus. Ansonsten unterscheiden sich beide Experimente nicht bezüglich der experimentellen Variablen. Daten von je 20 Vpn.

Tab. 20: 4-faktorielle Varianzanalyse der Suchzeitergebnisse von Experiment 4a und 4c. Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = mit/ohne fernen Kontextgegenstand;
4 = Experiment 4a/Experiment 4c.
Daten von 40 Vpn. In die Experimente gehen unabhängige Stichproben ein.

Source	SS	DF	F	P
1	289142101.2500 169691746.4375	1. 38.	64.7492	0.0
2	655763.1125 8614809.0875	1. 38.	2.8920	0.0935
3	6523675.3125 12612986.6875	1. 38.	19.6543	0.0002
4	43723680.6123 333723595.9531	1. 38.	4.9787	0.0298
12	30077460.1123 10991236.4379	1. 38.	103.9868	0.0
13	3997521.1125 14417568.8875	1. 38.	10.5362	0.0028
14	5684445.3125 169691746.4375	1. 38.	1.2729	0.2655
23	7527645.0000 8588452.3875	1. 38.	33.3064	0.0000
24	117964.8000 8614809.0875	1. 38.	0.5203	0.5182
34	1507005.0000 12612986.6875	1. 38.	4.5403	0.0374
123	65551.2500 6938927.6375	1. 38.	0.3590	0.5595
124	3146624.4500 10991236.4379	1. 38.	10.8788	0.0025
134	273780.0000 14417568.8875	1. 38.	0.7216	0.5945
234	748264.6125 8588452.3875	1. 38.	3.3107	0.0733
1234	20898.1125 6938927.6375	1. 38.	0.1144	0.7363

ne förderlich und bei Nicht-Vorhandensein in der Szene beeinträchtigend aus) schwächt sich in Experiment 4c ab ($F(1,38) = 10{,}88$, $p < 0.01$).

- Ähnliches gilt für den förderlichen Effekt des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach situativ fernen Suchgegenständen und den beeinträchtigenden Effekt des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach situativ nahen Suchgegenständen. Dieser Effekt schwächt sich in Experiment 4c ebenfalls gegenüber Experiment 4a ab ($F(1,38) = 3{,}31$, $0.05 < p < 0.10$).

Aufschlußreich ist auch ein direkter Vergleich der Differenzwerte der Reaktionszeiten von Experiment 4a - 4c und 4a - 4b. Die Differenzwerte sind in Tab. 21 aufgetragen. Experiment 4b war ebenfalls eine identische Replikation von Experiment 4a nur mit dem Unterschied, daß ein Hinweispfeil die Hälfte des gesamten Suchfeldes begrenzte: der Suchgegenstand konnte sich aufgrund der Hinweisinformation nur in einer Hälfte des Bildes befinden (S. 138ff.). Aus Tab. 21 wird ein entscheidender Sachverhalt ersichtlich: Schematische Vorinformation ist im Gegensatz zur rein räumlichen Vorinformation dazu in der Lage, auch die Suche nach *situativ nahen* Suchobjekten zu fördern.

Tab. 21: Reaktionszeitdifferenzen (RZ-diff.) in Millisekunden (msec) aus Experiment 4a, 4b und 4c für die einzelnen Bedingungen der Experimente. Positive Werte geben eine Verbesserung der Suchleistung in Experiment 4b bzw. 4c an, während der negative Wert eine Verschlechterung der Suchleistung bedeutet. (Kontextgegenstand = K.G.; Suchgegenstand = S.G.)

			RZ-diff. Exp. 4a-4b in msec.	RZ-diff. Exp. 4a-4c in msec.
Suchgegenstand vorhanden	ohne fernen K.G.	S.G. nah	- 260	+ 30
		fern	+ 450	+ 520
	mit fernem K.G.	nah	+ 140	+ 590
		fern	+ 610	+ 740
Suchgegenstand nicht vorhanden	ohne fernen K.G.	nah	+ 940	+ 1050
		fern	+ 730	+ 800
	mit fernem K.G.	nah	+ 1180	+ 1420
		fern	+ 300	+ 740

In Tab. 22 sind die Fehlerhäufigkeiten für Experiment 4a und 4c verzeichnet. Hohe Fehlerzahlen sind nur bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene zu verzeichnen.

Tab. 22: Fehlerhäufigkeiten in Prozenten für die experimentellen Bedingungen von Experiment 4a und 4c. Daten von je 20 Vpn.

			Exp. 4a	Exp. 4c
			Fehler in %	Fehler in %
Suchgegenstand vorhanden	ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	13,5	6,5
		fern	17,0	26,0
	mit fernem Kontextgegenstand	nah	15,5	15,0
		fern	11,0	19,0
Suchgegenstand nicht vorhanden	ohne fernen Kontextgegenstand	nah	1,0	3,0
		fern	0,5	0,5
	mit fernem Kontextgegenstand	nah	3,0	8,0
		fern	1,5	4,5

D. Diskussion

Auf die Befunde von Experiment 4a soll in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden; dies ist an anderer Stelle (S. 100ff.) erfolgt.

Interessant für die nachfolgende Diskussion sind vor allem die abweichenden Ergebnisse, die Experiment 4c gegenüber Experiment 4a erbracht hat und die Interaktionen der Variablen zwischen beiden Experimenten.

Zunächst einmal muß jedoch als wesentlichster Befund her-

vorgehoben werden, daß die Vorgabe einer schematischen Version der Suchszene vor Beginn der eigentlichen Suche wesentlich und bedeutsam zur Verkürzung der Reaktionszeiten beiträgt. Dieser Befund widerspricht Modell b. Die schematische Vorinformation wirkt sich jedoch keineswegs gleichwertig auf alle Versuchsbedingungen aus, so daß es schwierig sein dürfte, die Behauptung aufrecht zu erhalten, eine zeitlich von der übrigen Verarbeitung abgetrennte "Orientierungsphase" werde durch die schematische Vorinformation verkürzt. Somit gerät ein einfaches Stufenmodell (Modell a), in dem die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation distinkt und abgeschlossen der Entnahme einzelner Informationsstichproben vorausgeht, ebenfalls in Schwierigkeiten.

Andererseits ist es zunächst unplausibel anzunehmen, die schematische Vorinformation beeinflusse andere Prozesse als die Orientierung und die Bildung der Repräsentation der gesamten Szene. Nimmt man diese Überlegung mit dem Ergebnis der *nicht konstanten* Suchzeitverkürzung durch eine schematische Szene zusammen, so scheint sich das Verarbeitungsmodell c zu bestätigen: Orientierung und Bildung der Szenenrepräsentation sind Prozesse, die die gesamte Suchdauer über ablaufen. Versuchsbedingungen, in denen eine besonders lange Suche erforderlich ist - z.B. weil der Suchgegenstand nicht vorhanden ist, oder weil ein situativ ferner Kontextgegenstand die eigentliche Suche stört -, profitieren in besonderem Maße von der schematischen Vorinformation, denn nur in diesen Bedingungen wird im Verlaufe der Suche die Szene vollständig repräsentiert; während in Bedingungen, in denen der Suchgegenstand schnell aufgefunden werden kann (z.B. bei situativ nahen, vorhandenen Suchgegenständen), eine vollständige Szenenrepräsentation nicht erstellt wird, da die Suche vorher abgebrochen werden kann.

Dieser generelle Interpretationsrahmen ist mit einer Reihe

von Charakteristika der Daten vereinbar: So wird aus Tab. 21 ersichtlich, daß die schematische Vorinformation bei der Suche nach nicht vorhandenen Suchgegenständen erheblich hilfreicher ist als bei der Suche nach vorhandenen Objekten.

Bedingungen, in denen ein ferner Kontextgegenstand in der Szene enthalten ist, profitieren stärker von einer schematischen Vorinformation als Bedingungen ohne diesen fernen Kontextgegenstand. Auch die beiden anderen Vorhersagen für Modell c (S. 188) finden durch die Ergebnisse von Experiment 4c Bestätigung: Der "Umkehreffekt" situativer Nähe (Förderung bei Vorhandensein und Beeinträchtigung bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes) reduziert sich in Experiment 4c. Das gleiche gilt für den förderlichen Effekt des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach situativ fernen Suchgegenständen.

Aufgrund dieser Ergebnisse kann das Modell c zunächst einmal als zutreffend angesehen werden: Die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation ist zwar die funktionale Voraussetzung für die Entnahme einzelner Informationsstichproben, sie muß jedoch nicht vollständig abgeschlossen sein, bevor mit der Entnahme begonnen werden kann; außerdem kann sich an die Entnahme von Informationsstichproben wiederum die Bildung der Szenenrepräsentation anschließen.

Es gibt jedoch einen Befund, der der Vorhersage widerspricht, daß die schematische Vorinformation um so förderlicher ist, je länger die Suche andauert. Schematische Vorinformation erweist sich auch bei der Suche nach situativ nahen Gegenständen als besonders förderlich (S. 193), so daß in Experiment 4c nach situativ nahen Gegenständen generell schneller als nach situativ fernen gesucht wird. Dieses Ergebnis findet sich in Experiment 4a nicht und ist

erklärungsbedürftig. Aber auch die anderen Differenzen zwischen Experiment 4a und 4c müssen noch einmal näher im Hinblick auf die Wirkung der schematischen Vorinformation analysiert werden, wobei auch auf die Gemeinsamkeiten von schematischer Vorinformation (Experiment 4c) und Suchfeldbegrenzung (Experiment 4b) eingegangen werden soll.

Einiges spricht dafür, daß die schematische Vorinformation eine ähnliche Funktion besitzt wie die Suchfeldbegrenzung sie hat, denn auch bei der Suchfeldbegrenzung ist es nicht notwendig, die gesamte Szene zu repräsentieren, um den Suchgegenstand auffinden zu können (S. 146ff., S. 165ff.). Die Analogie zur Suchfeldbegrenzung wird durch zwei weitere Befunde gestützt:

- Schematische Vorinformation führt ebenso wie die Suchfeldbegrenzung zu einer Reduktion der Wirkung situativer Nähe des Suchobjektes (situative Nähe wirkt sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus; dieser "Umkehreffekt" schwächt sich sowohl bei schematischer Vorinformation also auch bei Suchfeldbegrenzung ab).

- Schematische Vorinformation führt ebenso wie die Suchfeldbegrenzung zu einer Reduktion der förderlichen Wirkung des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach einem fernen Suchgegenstand und der beeinträchtigenden Wirkung des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach einem nahen Suchgegenstand.

Allerdings ist mit dieser Analogie zwischen einem Experiment mit schematischer Vorinformation und einem Experiment mit begrenztem Suchfeld nur dann etwas gewonnen, wenn man die Gemeinsamkeiten und Differenzen der zugrundeliegenden Prozesse berücksichtigt:

Die Gemeinsamkeit einer Suchfeldbegrenzung (aufgrund von räumlichen Hinweisinformationen) und einer schematischen Vorinformation liegt

a) bei den Prozessen der Szenenrepräsentation und
b) in der Möglichkeit einen bestimmten Raumausschnitt der Szene bereits vor Beginn der eigentlichen Suche vorzuselegieren.

Zu b): Die Möglichkeiten, einen Raumausschnitt der Szene vorzuselegieren, werden in beiden Fällen jedoch aufgrund sehr unterschiedlicher Informationen möglich: In einem Fall handelt es sich um *direkte* räumliche Informationen, im anderen Fall werden die räumlichen Informationen *indirekt* aufgrund der schematischen Szene abgeleitet. Dieser Unterschied der direkten vs. indirekten Ableitung von Raumausschnitten spiegelt sich im Befundmuster klar wieder: Während bei der direkten räumlichen Selektion (aufgrund der Suchfeldbegrenzung) keine differentielle Suchzeitverkürzung für situativ nahe Suchobjekte eintritt ($F(1,19) = 0.138$, n.s., S. 161), ist bei indirekter räumlicher Selektion (aufgrund schematischer Vorinformation) eine spezielle Reaktionszeitverkürzung bei der Suche nach situativ nahen Suchobjekten zu beobachten ($F(1,19) = 5,99$, $p < 0.05$). Diese Sachverhalte sind verständlich, wenn man bedenkt, daß situativ nahe Suchobjekte, also Objekte, die in die Szene hineingehören und eine bestimmte räumliche Position besitzen, aufgrund von räumlichen, schematischen Vorinformationen recht gut im Vorhinein lokalisiert werden können, während dies für situativ ferne Suchobjekte nicht möglich ist, da sie gerade keinen festen Platz im Gesamtgefüge besitzen. So wird eine Lampe in einer Küchenszene z.B. von der Decke herabhängen, nicht jedoch sich auf dem Fußboden befinden. Diese relativ eindeutige Ortszuschreibung ist für ein "Verkehrsschild" innerhalb einer Küchenszene nicht ohne weiteres möglich.

Schematische Vorinformation wirkt sich also nicht ausschließlich auf die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation aus - wie dies in der Einleitung angenommen worden ist - sondern sie beeinflußt bei der Suche nach situativ nahen Objekten auch den Prozeß der Entnahme einzelner Informationsstichproben.

Zu a): Suchfeldbegrenzung (Experiment 4b) und schematische Vorinformation (Experiment 4c) führen zwar zu einem ähnlichen Befundmuster (Reduktion der förderlichen bzw. beeinträchtigenden Wirkung situativer Nähe des Suchgegenstandes; Reduktion der förderlichen bzw. beeinträchtigenden Wirkung des fernen Kontextgegenstandes), das in beiden Fällen durch den Einfluß auf die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation zustande kommt, funktional liegen den gleichen Befunden dennoch unterschiedliche Prozesse zugrunde.

Im Falle der Suchfeldbegrenzung wird die gesamte Szene nicht vollständig repräsentiert, weil die Entnahme einzelner Informationsstichproben im relevanten Suchbereich bereits vorzeitig zum Auffinden des Suchgegenstandes führt. Da die Szene jedoch nicht vollständig repräsentiert ist, schwächt sich auch der förderliche (bei Vorhandensein) bzw. beeinträchtigende (bei Nicht-Vorhandensein) Effekt der situativen Nähe des Suchgegenstandes ab, denn diese Effekte kommen ja nur bei Aktivierung des Szenenschemas zustande (vgl. S. 89). Eine ähnliche Überlegung gilt auch für die orientierende (bzw. desorientierende) Funktion des fernen Kontextgegenstandes bei der Suche nach einem situativ fernen (bzw. situativ nahen) Objekt: In begrenztem Suchfeld kann der Gegenstand aufgefunden werden, noch bevor der ferne Kontextgegenstand seine Funktion voll übernehmen kann (S. 174f.).

Im Falle der schematischen Vorinformation wird die Szene zwar vollständig repräsentiert, diese Repräsentation kann jedoch weitgehend erfolgen, bevor die Suchszene dargeboten wird. Während man die Befunde im Falle der Suchfeldbegrenzung dadurch erklären konnte, daß sich die Situationsschemata *noch nicht* vollständig gebildet haben, ist im Falle der schematischen Vorinformation die Szenenrepräsentation vollständig vorhanden, und es kann direkt mit der Entnahme von Informationsstichproben begonnen werden. Diese Entnahme von Informationsstichproben kann bei der Suche nach situativ nahen Gegenständen besonders zielgerichtet vorgenommen werden und führt deshalb zu generell niedrigeren Suchzeiten (S. 193). Aber auch die Suche nach situativ fernen Gegenständen wird durch die schematische Vorinformation gefördert, weil die Zeit zur Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation entfällt. Dadurch reduziert sich der förderliche Effekt situativer Nähe (bei vorhandenem Suchgegenstand) und der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe (bei nicht vorhandenem Suchgegenstand ($F(1,38) = 10{,}88$, $p < 0.01$).

Eine direkte Bestätigung der Annahme, daß die schematische Vorinformation zur Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation beiträgt, so daß bei Darbietung der Suchszene direkt mit der Entnahme einzelner Informationsstichproben begonnen werden kann, ist an folgendem Ergebnis ablesbar:

Die bislang immer gefundene generell beeinträchtigende Wirkung des fernen Kontextgegenstandes wird bei schematischer Vorinformation reduziert ($F(1,38) = 4{,}54$, $p < .05$). Da die ganzheitliche Szenenrepräsentation nicht mehr gebildet werden muß, wirkt sich ein ferner Kontextgegenstand auf die-

sen Prozeß auch nicht mehr beeinträchtigend aus.[1)]

Wenn die Vpn aber nicht mehr mit der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation beschäftigt sind, sondern lediglich einzelne Informationsstichproben zur Entdeckung des "targets" entnehmen, dann wird auch verständlich, warum der ferne Kontextgegenstand nicht mehr in gewohntem Umfang seine förderliche bzw. beeinträchtigende Wirkung bei der Suche nach situativ fernen bzw. situativ nahen Objekten entfalten kann.

Zum Abschluß dieser Diskussion der Ergebnisse von Experiment 4c muß noch auf einen bemerkenswerten, bislang nicht beachteten Aspekt der Befunde eingegangen werden. Die schematische Vorinformation führt zwar zu einer generellen Reduktion der Suchzeiten, eine bestimmte minimale Dauer kann jedoch nicht unterschritten werden. Obwohl die räumliche Orientierung in der Szene und die Kategorisierung der Szene durch die schematische Vorinformation gewährleistet sind, kann in der schnellsten Versuchsbedingung die Zeit von 1,5 Sekunden nicht unterschritten werden. Die Ursache für dieses Ergebnis mag vielleicht darin liegen, daß zur Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation noch andere Prozesse als die der Orientierung und Kategorisierung gehören. In erster Linie ist hier an eine *analoge* (quasi-photographische) Kodierung der Szene zu denken; diese Kodierung mußte auch in Experiment 4c (bei schematischer Vorinformation) nach wie vor erfolgen.

[1)] *Erst bei fortgesetzter Suche - also der Entnahme einzelner Informationsstichproben - kehrt die Aufmerksamkeit gelegentlich zum fernen Kontextgegenstand zurück; daraus resultiert eine Interaktion, so daß sich der ferne Kontextgegenstand bei Vorhandensein des Suchgegenstandes weniger beeinträchtigend auswirkt als bei Nicht-Vorhandensein* ($F(1,19) = 24{,}63$, $p < .001$).

Damit soll die Analyse der Einzelexperimente vorläufig abgeschlossen werden.[1)]

Im folgenden Kapitel werden *zusammenfassende* und alle Experimente *vergleichende* Untersuchungen berichtet, womit die Basis für eine umfassendere theoretische Analyse geschaffen wird.

[1)] *Zur weiteren Vertiefung können die im Anhang berichteten Experimente (S. 481f.) gelesen werden.*

III. ZUSAMMENFASSENDE UND VERGLEICHENDE ANALYSEN

1. EINLEITUNG UND ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Teil der Arbeit sollen die Befunde von Experiment 1 bis 4c noch einmal mit Hilfe anderer Analysemethoden durchgesehen werden.

Zu den neu hinzukommenden Analysemethoden zählen vor allem Augenbewegungsuntersuchungen, Fehlerverteilungen und Reaktionszeitverteilungen. Außerdem soll der bereits im vorigen Abschnitt begonnene Vergleich zwischen den Reaktionszeitdifferenzen der Einzelexperimente fortgeführt werden:

In den ersten beiden Experimenten handelte es sich bei dem Bildmaterial um Strichzeichnungen, während in den darauf folgenden Experimenten Fotographien realistischer Szenen verwendet worden sind. Daher müssen die Auswirkungen dieser Materialunterschiede auf die Suchleistungen analysiert werden. Zu diesem Zwecke werden die vergleichbaren Versuchsbedingungen von Experiment 2 und Experiment 4a näher betrachtet: also alle Fälle in denen in organisierten Szenen bzw. in Szenen ohne fernen Kontextgegenstand nach einem situativ nahen bzw. situativ fernen Gegenstand gesucht werden sollte, der entweder vorhanden oder nicht vorhanden war.

Bevor jedoch auf diese neuen Analysemethoden im einzelnen eingegangen werden kann, sollen die wichtigsten Ergebnisse von Experiment 1 bis 4c zusammengefaßt werden; eine theoretische Diskussion dieser Ergebnisse findet sich jeweils am Ende der Einzelexperimente.

1) Wenn der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist, wird generell schneller gesucht, als wenn er nicht vorhanden ist. Die Reaktionszeitdifferenz zwischen "vorhanden" und "nicht vorhanden" ist im wesentlichen von der Größe des in Frage kommenden Suchfeldes abhängig: Je größer der Suchbereich, desto größer die Zeitunterschiede zwischen "vorhanden" und "nicht vorhanden". Die Reaktionszeitdifferenz reduziert sich bei Halbierung des relevanten Such-

feldes (Experiment 4a gegen Experiment 4b)*, bei schematischer Vorinformation (Experiment 4a gegen Experiment 4c)* und bei geringerer Dichte des Suchfeldes (Experiment 2 gegen Experiment 4a)*.

2) Situative Nähe des Suchgegenstandes wirkt sich bei Vorhandensein förderlich und bei Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus ("Umkehreffekt").

Die *beeinträchtigende* Wirkung situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes ist von den Erwartungen der Versuchspersonen hinsichtlich der Auftretenshäufigkeiten situativ ferner Gegenstände in den Szenen und der Größe des Suchfeldes abhängig. Wenn die Szenen in 75 % der Fälle situativ ferne Objekte enthalten, ist die beeinträchtigende Wirkung situativer Nähe geringer als bei 50 % Auftretenshäufigkeit (Experiment 4a gegen Experiment 2)*; je größer das Suchfeld, desto ausgeprägter die beeinträchtigende Wirkung situativer Nähe (Experiment 4a gegen Experiment 4b).

Die *förderliche* Wirkung situativer Nähe bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene ist in organisierten Szenen ausgeprägter als in unorganisierten (z.B. Experiment 2)** und in Szenen ohne fernen Kontextgegenstand ausgeprägter als in Szenen mit fernem Kontextgegenstand (z.B. Experiment 4a)**. Bei begrenztem Suchfeld ist die förderliche Wirkung situativer Nähe weniger deutlich (Experiment 4a gegen Experiment 4b)*; das gleiche gilt bei bildhafter statt begrifflicher Vorgabe des Suchgegenstandes (Experiment 1 gegen Experiment 2)*. Schematische Vorinformation wirkt sich insbesondere auch bei

---

* Ergänzende Analyse anhand von Reaktionszeitverteilungen.
**Ergänzende Analyse anhand von Fehleruntersuchungen (d').

der Suche nach situativ nahen Gegenständen hilfreich aus (Experiment 4c)*.

3) In räumlich unorganisierten Szenen wird länger gesucht als in räumlich organisierten (Experiment 1, Experiment 2) und in Szenen mit situativ fernen Kontextgegenständen dauert die Suche länger als in Szenen ohne situativ ferne Kontextgegenstände (Experimente 3 bis 4c).

   Räumliche Unorganisiertheit beeinträchtigt die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation und reduziert die Größe der entnommenen Informationsstichproben (funktionales visuelles Gesichtsfeld), dagegen verzögert ein ferner Kontextgegenstand zwar auch die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation, reduziert jedoch nicht die Größe des funktionalen visuellen Feldes, sondern führt durch seine aufmerksamkeitsanziehende Wirkung zur Erhöhung der *Zahl* der entnommenen Informationsstichproben***.

4) Je länger die Suche andauert ("Vorhandensein" vs. "Nicht-Vorhandensein" des Suchgegenstandes in der Szene), um so mehr wirkt sich der ferne Kontextgegenstand bzw. die räumliche Unorganisiertheit der Szene beeinträchtigend aus (z.B. Experiment 3 und Experiment 1). Dies liegt an der kumulativen Erhöhung der Zahl entnommener Informationsstichproben für unorganisierte Szenen (bzw. Szenen mit fernem Kontextgegenstand) bei fortdauernder Suche.

5) Die ersten beiden Experimente unterscheiden sich von den übrigen (Experiment 3 bis 4c) durch das Reizmaterial (Zeichnungen vs. Photographien "realistischer" Szenen).

---

* Ergänzende Analyse anhand von Reaktionszeitverteilungen.
***Ergänzende Analyse anhand von Augenbewegungsuntersuchungen.

Der Einfluß dieses Faktors auf die Informationsverarbeitungsprozesse wird in einem gesonderten Kapitel dargestellt (S. 222-250).

6) Enthält die Szene einen situativ fernen Kontextgegenstand, so wirkt sich dieser zwar auf die Suche nach situativ nahen Objekten beeinträchtigend aus, bei der Suche nach situativ fernen Gegenständen zeigt sich jedoch ein förderlicher Effekt (Experiment 3 bis 4c).

7) Schematische Vorinformation (Experiment 4c), Begrenzung des relevanten Suchfeldes (Experiment 4b) und bildhafte (statt begrifflicher) Vorgabe des Suchgegenstandes (Experiment 1) erleichtern die Suche in jeweils spezifischer Weise durch Verkürzung der Zeit für die ganzheitliche Szenenrepräsentation (Experiment 4c), durch Verringerung der *Zahl* der entnommenen Informationsstichproben (Experiment 4b und Experiment 4c) und durch Vergrößerung des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes (Experiment 1 im Vergleich zu Experiment 2).

2. REAKTIONSZEITVERTEILUNGEN

Bei den Reaktionszeitverteilungen wurden die Häufigkeiten (in Prozent) der Reaktionen innerhalb bestimmter Reaktionszeitklassen von 0 - 500 Millisekunden aufwärts bis maximal 12000 - 12500 Millisekunden (12 bis 12,5 Sekunden) ermittelt. Die gestrichelte Fläche gibt jeweils die Reaktionszeitverteilung für die einzelnen Bedingungen der Experimente (1 bis 4c) an. Die gemittelte Reaktionszeitverteilung, die den Vergleichsstandard für die Verteilung der einzelnen Bedingung abgibt, ist jeweils getrennt für die "vorhandenen" und "nicht vorhandenen" Fälle (Gegenstand in der Szene enthalten bzw. nicht enthalten) aufgetragen, weil sich gezeigt hat, daß sich die Verteilungen in diesen Fällen grundsätzlich unterscheiden. Bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene finden sich flachere[1] und stärker linksschiefe[2] Verteilungen als bei Vorhandensein des Suchgegenstandes (Abb. 25, S. 218). D.h. bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene liegen die Werte maximaler Häufigkeit bei etwa 30 %, bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes dagegen nur bei knapp 20 Prozent (oder noch darunter); außerdem ist bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene eine *größere Streuung* der Werte und eine stärkere Tendenz zur *Mehrgipfeligkeit* zu beobachten als bei Vorhandensein des Suchobjektes.

Aus Abb. 26 (S. 220) wird ersichtlich, daß sich die Reaktionszeitverteilung für die Suche nach nicht vorhandenen Objekten den Verteilungen für vorhandene Objekte annähern, wenn das Suchfeld eingegrenzt wird (Experiment 4b). Dies ist ein Beleg für die These der vollständigen Durchmuste-

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 25{,}79$; $p < .001$ *für Experiment 1.*

$\chi^2_{(f=1)} = 79{,}91$; $p < .001$ *für alle Experimente zusammen.*

2) *Legt man der Chi-Quadrat-Berechnung die Häufigkeiten in den Reaktionszeitklassen bis 2,5 Sekunden für "vorhanden" - und "nicht vorhanden"-Bedingungen zugrunde, so ergibt sich im ungünstigsten Fall (Experiment 2) ein* $\chi^2_{(f=1)} = 86{,}36$; $p < .001$.

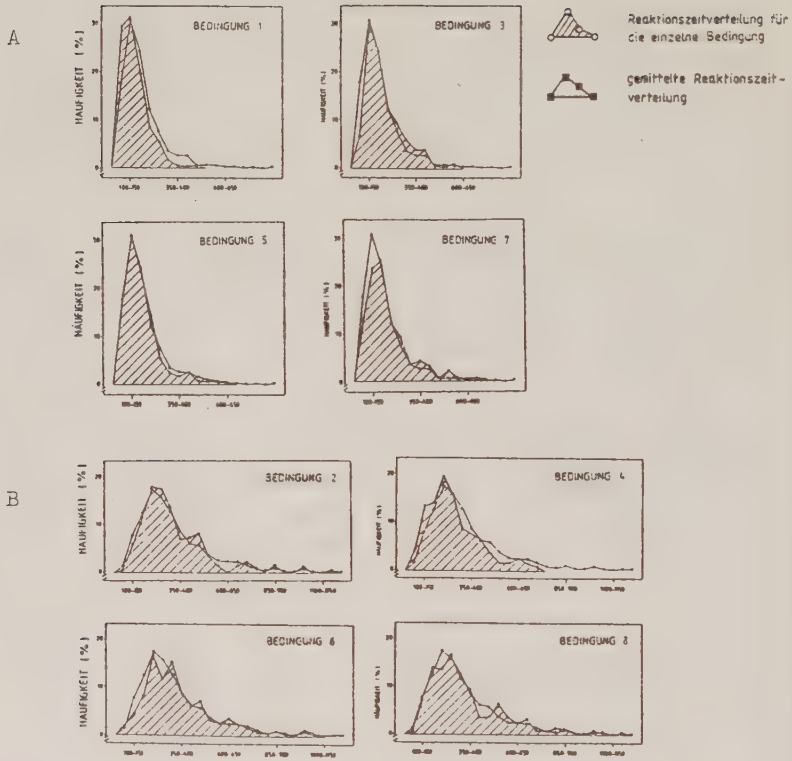


Abb. 22: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 1.
A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1, 3, 5, 7).
B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2, 4, 6, 8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, organisierte Szene; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, organisierte Szene; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, unorganisierte Szene; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, unorganisierte Szene.

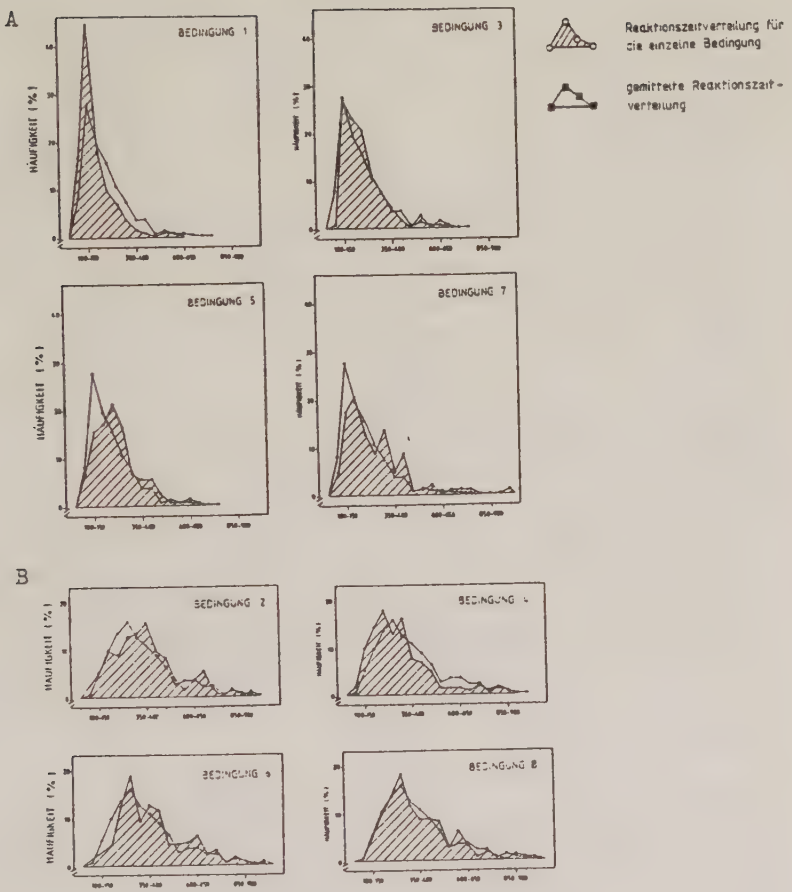


Abb. 23: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 2. A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1,3,5,7). B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2,4,6,8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, organisierte Szene; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, organisierte Szene; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, unorganisierte Szene; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, unorganisierte Szene.

rung der Szene bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes. Aus Abb. 25 (S. 218) und Abb. 26 (S. 220) wird deutlich, daß das Häufigkeitsmaximum bei nicht vorhandenen Suchobjekten erstens nach rechts verschoben ist (zu höheren Reaktionszeitklassen als bei vorhandenen Objekten) - dieser Sachverhalt gilt sowohl im begrenzten als auch im unbegrenzten Suchfeld - und zweitens, daß im unbegrenzten Suchfeld (Experiment 4a, Abb. 25, S. 218) die Häufigkeiten für die Reaktionszeitklassen über fünf Sekunden enorm zunehmen.[1)] Die Reaktionszeitverteilungen nähern sich für Bedingungen, in denen die Suchobjekte vorhanden sind und Bedingungen, in denen sie nicht vorhanden sind, einander an, wenn das Suchfeld begrenzt wird (Experiment 4b, Abb. 26, S. 220), wenn eine schematische Vorinformation über die Szene gegeben wird (Experiment 4c, Abb. 27, S. 221) und wenn die "Merkmalsdichte" abnimmt (Experiment 2/Zeichnung, Abb. 23, S. 215 und Experiment 4a/Photo, Abb. 25, S. 218). In allen diesen Fällen wird das Suchfeld "eingegrenzt" und daher die Häufigkeit der Reaktionszeitklassen für nicht vorhandene Suchobjekte über fünf Sekunden reduziert.[2)] Die "Eingrenzung" hat allerdings in allen drei Fällen sehr unterschiedliche Ursachen (vgl. Diskussion der Experimente 4b, 4c und die Diskussion der Dichte, S. 222-250).

Hinsichtlich der beeinträchtigenden Wirkung situativer Nähe bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes ist behauptet worden, daß situativ nahe Objekte stärker in der Szene erwartet werden und daß folglich nach ihnen fortdauernder gesucht wird als nach situativ fernen Gegenständen. Tatsächlich kann man in Abb. 22 (S. 214) und Abb. 23 (S. 215) für Experiment 1 und 2 beobachten, daß bei der Suche nach nahen Gegenständen (Bedingungen 2 und 6) öfter kleine Häufigkeitsmaxima in den Reaktionszeitklassen ab vier Sekunden zu beobachten sind als bei der Suche nach fernen Gegenständen (Be-

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 28{,}93;\ p < .001.$

2) $\chi^2_{(f=1)} = 14.04$ bzw. $22.07;\ p < .001.$

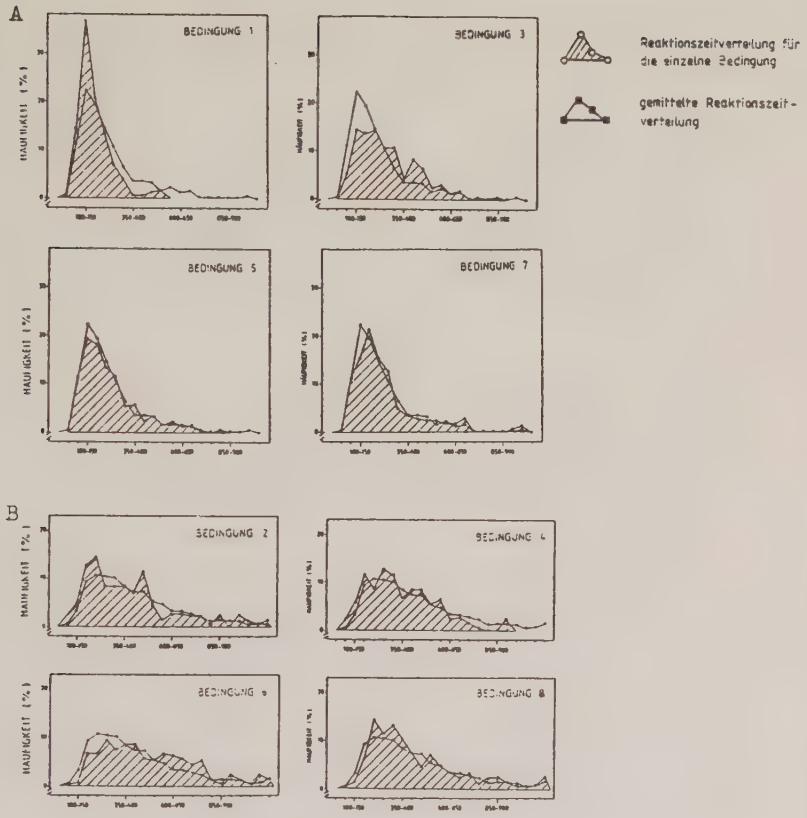


Abb. 24: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 3.
A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1, 3, 5, 7).
B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2, 4, 6, 8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, ohne fernen Kontextgegenstand; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, mit fernem Kontextgegenstand; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, mit fernem Kontextgegenstand.

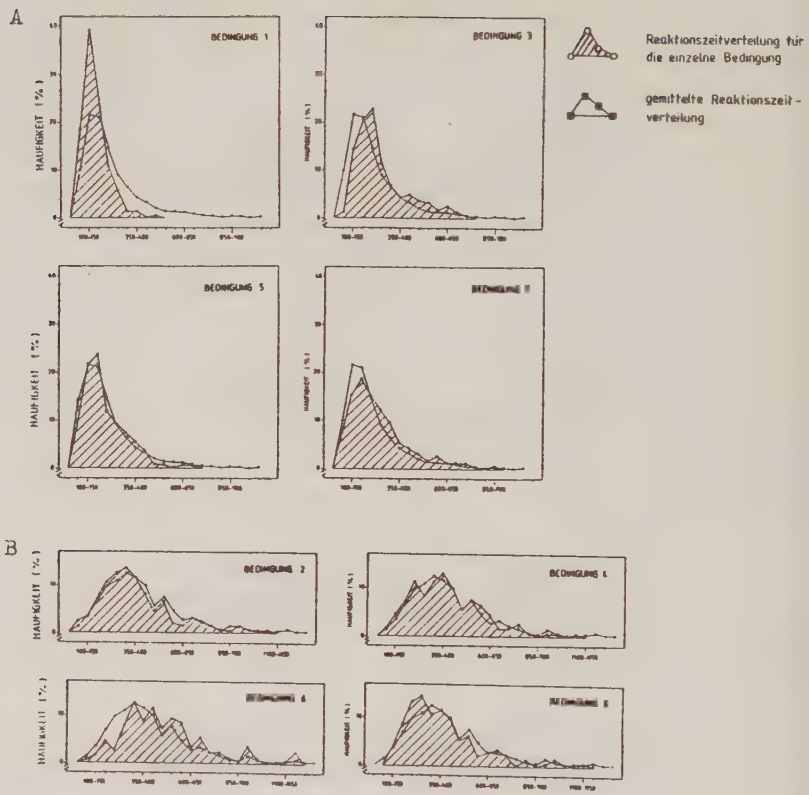


Abb. 25: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 4a.
A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1, 3, 5, 7).
B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2, 4, 6, 8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, ohne fernen Kontextgegenstand; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, mit fernem Kontextgegenstand; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, mit fernem Kontextgegenstand.

dingung 4 und 8).[1] Für die Experimente 3 bis 4c zeigen sich jedoch für *alle* Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden ist, vermehrte kleine Häufigkeitsmaxima in den höheren Reaktionszeitklassen[2] (Abb. 24, 25, 27). Die Ursache für diesen Befund ist darin zu suchen, daß die Hälfte der Szenen in diesen Experimenten einen fernen Kontextgegenstand enthielten; diese im Experiment gewonnene Erfahrung "es können auch situativ ferne Gegenstände in den Szenen vorkommen" bildet die Grundlage für die fortdauernde Suche auch nach diesen Gegenständen. Der beeinträchtigende Effekt situativer Nähe ist dadurch reduziert.

Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes läßt sich den Reaktionszeitverteilungen (in bezug auf die *förderliche* Wirkung situativer Nähe) folgendes Bild entnehmen: In allen Experimenten hat die Reaktionszeitverteilung für situativ nahe Objekte (Bedingung 1) einen sehr ähnlichen Verlauf; das Häufigkeitsmaximum (etwa 30 % aller Werte) steigt bis zu einer Zeit von 1,5 Sekunden steil an und fällt dann ebenso steil ab (Abb. 22 bis 27). Bei begrenztem Suchfeld nähern sich die Verteilungen der anderen Bedingungen (Bedingung 3,5 und 7) dieser idealtypischen Verlaufsform[3] an (Abb. 26, S. 220), ähnliches ist bei bildhafter (Experiment 1) statt begrifflicher (Experiment 2) Vorgabe des Suchgegenstandes zu beobachten (Abb. 22, S. 214; und Abb. 23, S. 215). Schematische Vorinformation (Experiment 4c) wirkt in besonderer Weise auf die Suche situativ naher Objekte förderlich; die Verteilungen für Bedingung 1 und 5 (situativ nahe Suchgegenstände) haben einen sehr ähnlichen Verlauf[4] (Abb. 27, S. 221) und heben sich von Bedingung 3 und 7[5] (situativ ferne Objekte) ab.

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 14{,}35$; $p < .001$.

2) *Exp. 3:* $\chi^2_{(f=1)} = .12$; *Exp. 4a:* $\chi^2_{(f=1)} = 2.12$; *Exp. 4b:* $\chi^2_{(f=1)} = 1.01$; *Exp. 4c:* $\chi^2_{(f=1)} = 0.49$. *Alle Chi-Quadrat-Werte sind auf dem 5 % Niveau nicht signifikant.*

3) *Die Verteilungen für Bed. 3.5 und 7 unterscheiden sich nicht signifikant von der Verteilung für Bed. 1:* $\chi^2_{(f=7)} = 12.74$; $\chi^2_{krit.} = 14.1$

4) $\chi^2_{(f=5)} = 3{,}83$; *nicht signifikant.*

5) $\chi^2_{(f=6)} = 73{,}31$; $p < .001$.

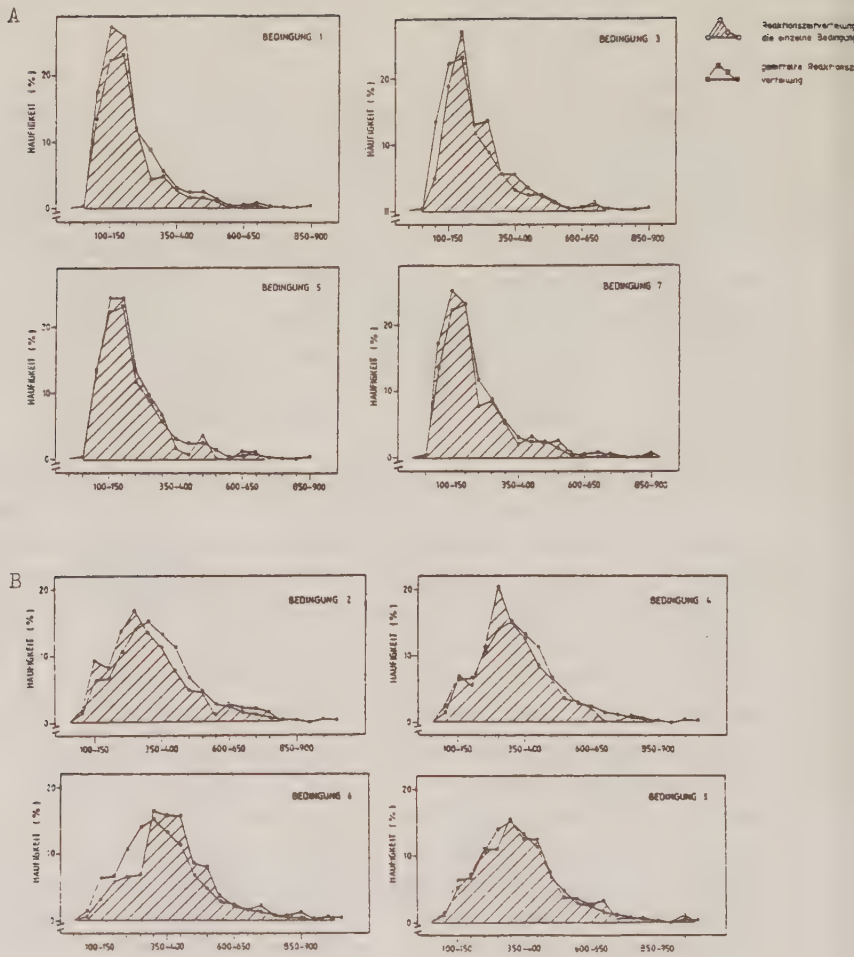


Abb. 26: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 4b.
A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1, 3, 5, 7).
B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2, 4, 6, 8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, ohne fernen Kontextgegenstand; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, mit fernem Kontextgegenstand; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, mit fernem Kontextgegenstand.

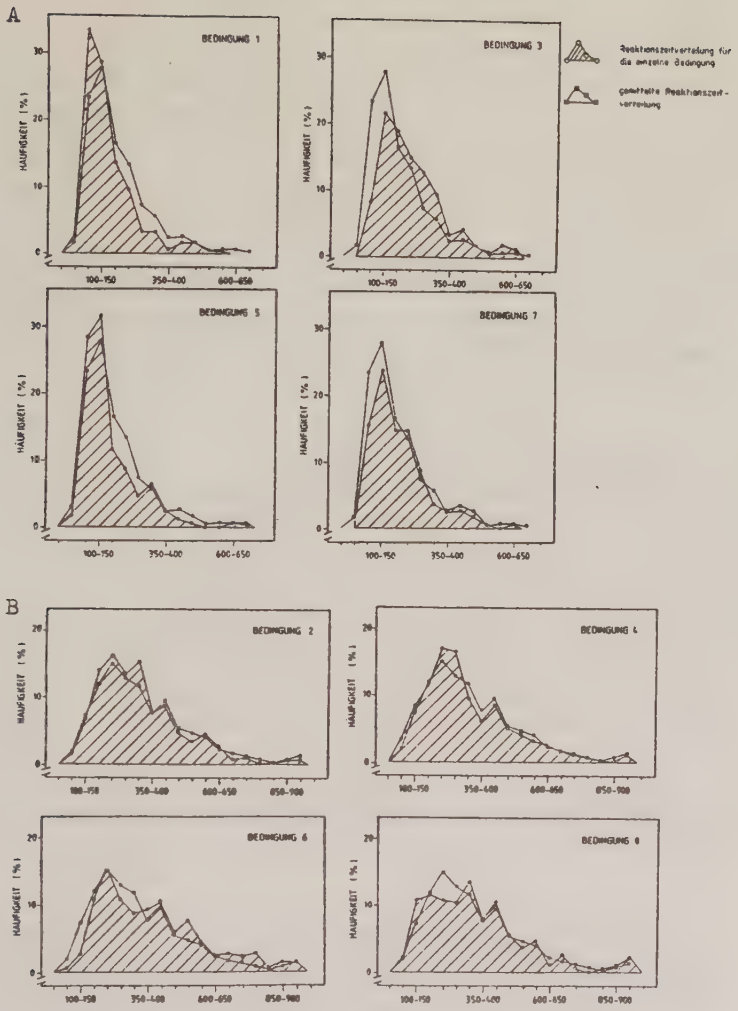


Abb. 27: Reaktionszeitverteilungen für Experiment 4c.
A) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand in der Szene vorhanden war (ungerade Bedingungsnummer: 1, 3, 5, 7).
B) Bedingungen, in denen der Suchgegenstand nicht vorhanden war (gerade Bedingungsnummer: 2, 4, 6, 8). Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, ohne fernen Kontextgegenstand; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, mit fernem Kontextgegenstand; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, mit fernem Kontextgegenstand.

3. EXPERIMENT 2 UND EXPERIMENT 4A: VISUELLE SUCHE IN SZENEN UNTERSCHIEDLICHER DICHTE

A. Einleitung

Als Szenentypen wurden in Experiment 2 schematisierte Strichzeichnungen (Umrißzeichnungen) verwendet, in denen Merkmale wie Farbe, Plastizität etc. fehlten; dagegen waren in den "realistischen" Bilden von Experiment 4a diese Merkmale enthalten (Abb. II im Anhang).

Beim Vergleich beider Szenentypen fällt auf, daß sie sich hinsichtlich ihrer "Komplexität" unterscheiden: die schematisierten Szenen sind weniger "komplex" als die detaillierten. Es wird jedoch eine bestimmte Art von Komplexität bedeutsam, die man als *Merkmalsdichte* bezeichnen könnte. In detaillierten Szenen ist die Merkmalsdichte pro Raumeinheit größer als in schematisierten. Die Zahl der Objekte pro Raumeinheit - also die Objektdichte - ist dagegen in beiden Szenentypen gleich groß.[1)] Der wesentliche Unterschied zwischen Objekten und Merkmalen liegt in der Höhe der Repräsentationsebene, so daß man sagen könnte: schematisierte und detaillierte Szenen besitzen auf der *untergeordneten* Repräsentationsebene verschieden große Dichte (Merkmals-

---

[1)] *Neben Objektdichte und Merkmalsdichte kann man unter den Begriff der Komplexität noch eine Reihe anderer Sachverhalte subsumieren. So wird die Komplexität durch die Zahl von wiederholten Kontextelementen bestimmt. Je größer die Zahl der Wiederholungen, um so geringer die Komplexität. Geringere Komplexität liegt auch vor, wenn die Zahl der Kategorien, aus denen die Kontextelemente stammen können, reduziert wird. Eine andere Methode zur Reduktion der Komplexität sieht eine systematische Abfolgevariation der Kontextelemente vor (Gordon 1969; Eriksen 1955; Harris 1966). Diese Komplexitätskomponenten sollen* nicht *Gegenstand der Untersuchung sein.*

dichte) pro Raumeinheit.[1)]

Befunde aus der Literatur sollen zunächst unter der Annahme gesichtet werden, daß Objektdichte und Merkmalsdichte sich nur hinsichtlich der Höhe des Repräsentationsniveaus unterscheiden, ansonsten jedoch bei der Suche die gleiche funktionale Wirksamkeit besitzen. Bei Durchsicht der Literatur zur Objektdichte stößt man schnell auf die Vermutung, daß mit zunehmender Dichte das funktionale visuelle Feld zusammenschrumpft. Hierbei ist das funktionale visuelle Feld als das räumliche Ausmaß der Informationsstichprobe definiert, innerhalb derer ein Objekt erkannt werden kann (vgl. zur Definition: Mackworth 1976; Scheerer 1978b; Bouma 1978).[2)]

---

1) In diesen Überlegungen sind Objekte als Einheiten definiert, die für die Suche relevant sind, während Merkmale nur Teile dieser prinzipiell relevanten Objekte sein können (zum Repräsentationsebenenmodell vgl. Wolff 1977).

2) Das funktionale visuelle Feld wird durch eine Vielzahl von Faktoren bestimmt. In physikalischer Beschreibung ist zunächst die vollständige Austauschbeziehung von Intensität und Zeitdauer des Reizereignisses nach dem Bloch'schen Gesetz zu nennen (vgl. Eriksen & Schultz 1978). Je nach Komplexität (Dichte etc.) des Reizereignisses würden also innerhalb einer kritischen Zeitspanne zunehmende Intensität und zunehmende Zeitdauer des Reizereignisses das funktionale visuelle Feld vergrößern. (Die Anregung zu diesem Gedanken verdanke ich Dr. Thomas Schulz). Die physikalische Beschreibung nach dem Bloch'schen Gesetz scheint dem experimentellen Paradigma der visuellen Suche wenig angemessen zu sein, da hierbei längerfristige Reizdarbietung erfolgt. Man muß jedoch berücksichtigen, daß beim visuellen Suchen Informationsstichproben für eine Zeitdauer von 300 Millisekunden erhoben werden (durchschnittliche Fixationsdauer), also einer Zeitdauer in der Erregungssummation für komplexes Material durchaus noch anzunehmen ist. Wenn diese Überlegungen richtig sind, so kann das funktionale visuelle Feld entweder durch Herabsetzung des Suchtempos (Zunahme der Fixationsdauer) oder durch Zunahme der Reizintensität vergrößert werden. Bartlett (1965) berichtet über Untersuchungen, die zeigen, daß das Bloch'sche Gesetz sowohl für periphere als auch für foveale Wahrnehmung gilt. Selbst im einfachen Falle des Aufblitzen eines weißen Lichtreizes ist jedoch die Relation zum Hintergrund,

Dichte der Kontextelemente und Größe des funktionalen visuellen Feldes

Man könnte zunächst einmal vermuten, daß, ähnlich wie in Erkennungs- und Identifikationsexperimenten, das funktionale visuelle Feld im visuellen Suchexperiment mit zunehmender Dichte kleiner wird.

Phänomenal zeigt sich, daß ein Einzelobjekt, welches auf homogenem Grund dargeboten wird, besser erkannt werden kann, als das gleiche Einzelobjekt, das von anderen Objekten flankiert wird, d.h. das funktionale visuelle Feld schrumpft zusammen (Bouma 1978; S. 121ff.). Erst wenn die flankierenden Objekte 40 - 50 % der "target"-Exzentrizität vom "target" entfernt sind, weitet sich das funktionale visuelle Feld wieder zu der Größe, die es bei isolierter Objektdarbietung hat. Bouma (1978) hat versucht, den hier zugrundeliegenden Sachverhalt in Begriffen der "lateralen Interferenz" zu beschreiben. Eine räumliche *und* zeitliche Analyse der Wirkung flankierender Elemente haben Eriksen & Hoffmann (1972) vorgenommen: Die verbale Reaktion auf ein "target" ist bei simultaner Darbietung mit den flankierenden Elementen am längsten und nimmt mit zunehmendem zeitlichen Abstand ab. Je größer die räumliche Nähe der flankierenden Elemente zum "target", desto länger die Reaktionszeit.

Schaut man sich die Arbeiten zum visuellen Suchen an, die sich mit dem Einfluß der Dichte der Kontextelemente auf die

---

Fortsetzung Anm. 2) S. 223:

also die Diskriminierbarkeit, von unmittelbarer Bedeutung für die Größe des funktionalen visuellen Feldes. Als weitere Bestimmungsfaktoren müssen visuelle Ähnlichkeit und kategoriale Nähe der Kontextelemente untereinander bzw. die entsprechenden visuellen oder kategorialen Relationen zwischen "target"- und Kontextobjekten berücksichtigt werden (z.B. Engel 1971).

Größe des funktionalen visuellen Feldes beschäftigen, so ergibt sich ein erheblich komplizierteres Bild. Ob und welchen Einfluß man der Dichte auf die Beschaffenheit des funktionalen visuellen Feldes zuschreibt, hängt stark von den verwendeten Maßen ab. Dieser Sachverhalt soll anhand der Arbeiten von Mackworth (1976) etwas genauer veranschaulicht werden.

Die Aufgabe der Vpn bestand darin, innerhalb eines Streifens mehrerer Reihen von Kreisen ein Quadrat zu suchen. Die Richtung der Durchmusterung verlief dabei von links nach rechts. Variiert wurde die Zahl und die Dichte der Reihen von Kreisen. Die vertikale Weite des "displays" schwankte von 1° bis 6° Gesichtswinkel, während die horizontale Länge jeweils 20° betrug. Mackworth hat in seiner sehr sorgfältigen und umfassenden Analyse verschiedenste Maße erhoben, um den Einfluß der Dichte des Suchfeldes auf die Größe des funktionalen visuellen Feldes zu untersuchen:[1)] Fehlerzahl (nichtentdeckte "targets"), Fixationsdauer, Zahl der pro Fixation verarbeiteten Kontextelemente, Zahl der Fixationen pro "display" u.a. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tab. 23 zusammengefaßt. Daraus läßt sich folgendes entnehmen:

[1)] *Mackworth (1976) spricht vom "nutzbaren Gesichtsfeld" (useful field of view), womit eigentlich recht gut der "funktionale" Aspekt des visuellen Feldes angesprochen wird.*

Tab. 23: Auszug der Ergebnisse eines Suchexperimentes von Mackworth (1976)

	weiter Abstand im display						enger Abstand im display					
vertikale Weite (Gesichtswinkel in Grad)	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Items pro display	16	22	40	45	63	70	140	270	420	500	700	840
Zahl der Fixationen pro display	8	8	10	10	13	13	10	12	12	13	14	17
Items pro Fixation pro Vp	2	3	4	5	5	6	14	23	35	40	50	49
"side steps" pro display pro Vp[1])	1	2	3	3	6	8	2	4	4	7	9	11
unentdeckte targets (max. 20)	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	3	13
durchschnittliche Fixationsdauer (msec)	278	272	255	293	313	327	355	401	401	434	406	427

Die mittlere Fixationsdauer ist bei dichtem Abstand zwischen den Kontextelementen durchschnittlich etwa 100 msec länger als bei weniger dichtem Abstand (bei kontrolliertem Gesichtswinkel). Entdeckungsfehler treten vermehrt auf, wenn sich in den Bedingungen mit engem Abstand zwischen den Kontextelementen der Gesichtswinkel von 1° auf 2° erhöht. Die Entdeckungsleistung bricht völlig zusammen beim Übergang von 5° zu 6° Gesichtswinkel, obwohl hier die längsten Fixationshäufigkeiten zu beobachten sind. Die enorme Zunahme der

---

[1]) Als "side steps" sind die Augenbewegungen definiert, die mehr als 20° von der horizontalen Bewegungsachse abweichen. Ein "side step" wird notwendig, wenn das funktionale visuelle Feld nicht mehr ausreicht.

"Items pro display" führt nur zu einer sehr unvollständigen Kompensation dieser Zunahme durch die Zahl der Fixationen.

Nimmt man alle von Mackworth (1976) verwendeten Maße für die Größe des funktionalen visuellen Feldes zusammen und vergleicht die Bedingungen mit dichtem und weniger dichtem Abstand zwischen den Kontextelementen, so gelangt man zu folgender Beschreibung: Bei größerer Dichte nimmt die Zahl der Fixationen, die Fixationsdauer und die Zahl der unentdeckten "targets" zu. Man kann diese Veränderungen als Verkleinerung des funktionalen visuellen Feldes bei größerer Dichte interpretieren. Eine exakte Verrechnung dieser unterschiedlichen Maße zu einem Wert, der in eindeutige Beziehung zur Größe des funktionalen visuellen Feldes gesetzt werden kann, steht meines Wissens in der Literatur noch aus. Solange dies noch nicht geschehen ist, muß man damit rechnen, daß es widersprüchliche Ergebnisse zur Frage der Auswirkung von Dichte auf die Größe des funktionalen visuellen Feldes geben wird, weil etwa eine verringerte Suchgeschwindigkeit (Zunahme der Fixationsdauer und/oder Fixationshäufigkeit) zur Kompensation der Entdeckungsleistung herangezogen werden kann. So konnten Prinz (1979) und Prinz & Kehrer (1980) innerhalb des von ihnen variierten Dichtebereichs zeigen, daß größere Dichte der Kontextbuchstaben keine Verringerung des Detektionsabstandes bewirkt (Entfernung der fixierten Reihe zum entdeckten "target").[1)] Allerdings reduziert sich bei größerer Dichte die Suchgeschwindigkeit, und der Fixationsabstand verringert sich in dichten Listen um 1/40.

[1)] *Prinz (1979) gebraucht statt des Begriffs "funktionales visuelles Feld" den Terminus "Kontrollbereich". Bei der Messung des Detektionsabstandes sind vertikale* und *horizontale Entfernungen interessant.*

Abschließend soll noch auf einige Besonderheiten des funktionalen visuellen Feldes eingegangen werden. Die bis hierher dargestellten Untersuchungen führten zu der Auffassung, daß mit zunehmender Komplexität (Dichte) des Suchfeldes das funktionale visuelle Feld zusammenschrumpft. Als Folge davon sollte die Gesamtzahl der Informationsstichproben, die bei der Suche erhoben werden müssen, steigen. Dies wiederum sollte die Suchzeiten verlängern, wobei nicht eine generelle Reaktionszeitverlängerung (um einen konstanten Betrag), sondern eine mit zunehmender Stichprobenzahl wachsende Reaktionszeitverlängerung zu erwarten wäre. Gould (1973) ist dieser Frage nachgegangen. In einer kreisförmigen Anordnung von 12 Buchstaben sollten die Vpn nach dem/den Buchstaben suchen, die in der Mitte der kreisförmigen Anordnung (an der Stelle des Fixationspunktes) abgebildet waren. Jeder Buchstabe im kreisförmigen Suchfeld konnte durch eine variable Zahl irrelevanter Buchstaben umgeben sein. Die Buchstaben im Suchfeld wurden durch die irrelevanten Buchstaben "verrauscht". Die Vpn sollten im "Uhrzeigersinn" suchen. Gemessen wurden in diesem Experiment die Suchzeiten und Parameter der Augenbewegungen. Es fand sich mit zunehmender "target"-Position eine stärkere Suchzeitzunahme für die Bedingung mit den "verrauschten" Kontextbuchstaben als für die Bedingung "ohne Rauschen". Dieser Befund bestätigt also die oben formulierte Auffassung, daß mit zunehmender Komplexität (Dichte) des Suchfeldes die Suchzeiten um so stärker zunehmen, je größer die Zahl der Informationsstichproben (operationalisiert durch "target"-Positionen) ist. Kann man diesen Befund auch als Beleg für das schrumpfende funktionale visuelle Feld bei zunehmender Reizdichte werten? Falls das zutrifft, wäre die sich einstellende Interaktion zwischen "target"-Position und Reizdichte trivial, denn sowohl mit zunehmender "target"-Position als auch mit zunehmender Reizdichte nähme die Zahl der Informationsstichproben zu. Die Augenbewe-

gungsanalyse bringt Aufschlüsse über die zugrundeliegenden Prozesse. In den Bedingungen mit größerer Reizdichte wird die *Fixationsdauer* generell verlängert. Diese Zeit summiert sich mit zunehmender Zahl der Informationsstichproben, so daß insgesamt die beobachtete Interaktion entsteht. Gould deutet diese Verlängerung der Fixationsdauer als Hinweis auf eine Beeinträchtigung des "Encodierungsprozesses", der Vergleichsprozeß wird dagegen nicht erschwert. Diese Interpretation wird durch folgenden Sachverhalt bestätigt: Mit zunehmender Zahl der "targets" nimmt die mittlere Fixationsdauer zu (d.h. die Vergleichsprozesse werden umfangreicher). Bei größerer Reizdichte wird die mittlere Fixationsdauer für diese Funktion um einen konstanten Betrag - nicht jedoch interaktiv - erhöht.[1)] Diese Befunde zeigen also, daß ein konstantes funktionales visuelles Feld auch bei großer Reizdichte aufrechterhalten werden kann, wenn die Fixationsdauer entsprechend erhöht wird. Gould weist darauf hin, daß ein "trade-off" zwischen Fixationsdauer und Zahl der Fixationen existiert und vermutet, daß in "... real-life visual inspection applications (...), the effect of noise would probably be to reduce the size of the useful field of view and hence increase the number of eye fixations rather than increase the durations of eye fixations." (S. 194).[2)]

[1)] *Es sei vermerkt, daß Gould (1973) sehr hohe Fixationszeiten in den Bedingungen mit großer Reizdichte findet, die teilweise mehr als 600 Millisekunden betragen (vgl. S. 190), was nur zum Teil dadurch zu erklären ist, daß die Vpn nach* mehreren *"targets" suchen sollten.*

[2)] *Überträgt man diese Argumentation allerdings auf Einzelversuchspersonenniveau, so ergibt sich ein erstaunlicher Widerspruch. Johnston (1965) hat die Suchleistungen von Vpn mit kleinen und mit großen funktionalen visuellen Feldern analysiert. Nach der oben skizzierten Logik sollten sich mit zunehmender Zahl der Informationsstichproben die Suchzeiten für Vpn mit kleinem funktionalen visuellen Feld stärker verlängern als für Vpn mit großem funktionalen visuellen Feld. Das ist jedoch nicht der Fall: Die Zeiten sind für Vpn mit kleinem funktionalen visuellen Feld bei*

Dichte des Feldes und die Dauer der Orientierungsphase

Daß durch die Dichte der Suchszene die Selektions*reihenfolge* der einzelnen Informationsstichproben geändert wird, erscheint unplausibel. Neben der Veränderung der Größe des funktionalen visuellen Feldes (und der Abbruchfähigkeit der Suche) muß der Einfluß der Dichte auf die Dauer der Orientierungsphase in Erwägung gezogen werden. Die Orientierungsphase kann anhand von Augenbewegungsuntersuchungen ausgemessen werden. Lange Sakkaden (weite Entfernungen zwischen zwei Fixationen) zu Beginn der Bildbetrachtung und kurze Sakkaden am Ende der Bildbetrachtung werden im allgemeinen als Hinweis auf eine Orientierungsphase gewertet (Antes 1974; Buswell 1935).

Falls die Ergebnisse der Untersuchung von Antes (1974) gültig sind, so sollte die Orientierungsphase *während* des Versuchs immer kürzer werden, bis sie schließlich ganz verschwindet. Dieses Ergebnis ist vor allem für relativ homogenes Bildmaterial zu erwarten. Zu Beginn des Versuches werden 2 bis 3 Fixationen für die Orientierung verwendet, so daß die Orientierungsphase bei komplexen Bildern 600 -

---

Fortsetzung Anm. 2) S. 229:

zunehmender Zahl der Informationsstichproben um einen konstanten Betrag erhöht. Wie ist das möglich? Die Informationsstichproben der Vpn mit großem funktionalen visuellen Feld könnten stärker überlappend sein und die Suchzeitverzögerung für Vpn mit kleinem funktionalen visuellen Feld könnte dadurch zustandekommen, daß bei diesen Vpn ein der Suche vorhergehender oder nachfolgender (einmaliger) Prozeß - z.B. Orientierung - beeinträchtigt ist. Johnston (1965) weist allerdings darauf hin, daß die Größe des funktionalen visuellen Feldes bei den Vpn eventuell innerhalb eines zu engen Bereichs variiert worden ist. Dafür spricht u.U., daß sich in einigen Fällen doch Korrelationen zwischen Größe des funktionalen visuellen Feldes und Suchgeschwindigkeit finden.

900 Millisekunden beträgt. Nachdem sich die Vp jedoch an das Bildmaterial gewöhnt hat, kann sie schneller zur Entnahme einzelner Informationsstichproben fortschreiten. Es kann vermutet werden, daß folgende Faktoren (u.a.) für die Orientierung von entscheidender Bedeutung sind:

a) Raumkoordinaten des Bildes (oben-unten; rechts-links; vorne-hinten),
b) durchschnittliche Größe der Bildobjekte, die die entscheidenden Informationen enthalten (= Auflösungsstärke),
c) Trennschärfe (Diskriminierbarkeit) der Bildobjekte vom Hintergrund,
d) Besonderheiten des Informationsträgers (sind die Invarianzen, die die Bildinformation enthalten, Punkte, Linien, Flächen, dreidimensionale schwarz-weiß-Objekte oder dreidimensionale Farbobjekte?).

Homogenes Reizmaterial zeichnet sich dadurch aus, daß die Raumkoordinaten, die Auflösungsstärke, die Trennschärfe und die Besonderheiten des Informationsträgers während des gesamten Versuchs konstant bleiben und somit die Orientierungsphase nach anfänglicher Gewöhnung an das Material entfallen kann. Ändern sich dagegen die Bilder hinsichtlich der Beschaffenheit der Faktoren a) bis d) von Durchgang zu Durchgang, so wird jeweils eine Neuorientierung notwendig.

Da in den nachfolgenden Experimenten jeweils mit sehr homogenem Bildmaterial während des gesamten Versuchs gearbeitet wird, kann man vorhersagen, daß in den ersten Durchgängen des Versuchs, nicht jedoch in den letzten, ausgeprägte Orientierungsvorgänge zu beobachten sind (s. S.474).

Dichte und der Zusammenhang von ganzheitlicher Szenenrepräsentation und der Entnahme einzelner Informationsstichproben

Bereits auf S. 115ff. sind Experimente zitiert worden, die einen engen Zusammenhang zwischen ganzheitlicher Szenenrepräsentation und der Entnahme einzelner Informationsstichproben nahelegen:[1)] Mit zunehmender Expositionsdauer des Bildes steigt die Erkennungsleistung für die *gesamte* Szene (Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974; Experiment 1); eine ähnliche Abhängigkeit der Erkennungsleistung von der Expositionsdauer findet sich jedoch auch für *einzelne* Objekte der Szene (Biederman et al. 1974; Experiment 2). In dem letzteren Experiment wurde nach der Exposition der Szene ein kombiniertes Maskiergitter mit Hinweisreiz (Kreis) für das Objekt, das erkannt werden sollte, geboten. Beide Experimente zusammengenommen legen die gleichzeitige Verfügbarkeit ganzheitlicher und lokaler Merkmale bei der Reproduktion nahe.

Es ist jedoch wahrscheinlich, daß neben der ganzheitlichen Verarbeitung nicht alle lokalen Positionen verarbeitet werden, sondern nur die im Zentrum der Aufmerksamkeit stehenden. Um dieses zu beweisen, ist es notwendig, foveal fixierte Objekte und Objekte peripherer Wahrnehmung in Abhängigkeit von der Expositionsdauer zu untersuchen. Dies ist in einer Arbeit von Antes, Penland & Metzger (1981) unternommen worden. Die Autoren haben bei variabler Expositionsdauer der Szene (100 msec und 2000 msec) die Erkennungsleistungen für zentral und peripher dargebotene Objekte ermittelt. Es fand sich, daß bei 100 Millisekunden Darbietungsdauer Unterschiede in der Erkennungsleistung für

---

[1)] *Die Orientierungsphase wird nach wie vor - wie oben eingeführt (S. 206f.) - als Teilprozeß der ganzheitlichen Szenenrepräsentation aufgefaßt.*

zentral und peripher dargebotene Objekte existieren, so daß zentrale Objekte besser reproduziert werden. Diese Unterschiede in der Erkennungsleistung verschwinden bei einer Expositionsdauer des Bildes von 2 Sekunden. Das ist verständlich, denn die Vp hat bei 2 Sekunden Darbietungsdauer Zeit, etwa sechs Fixationen vorzunehmen. Diese Fixationen verteilen sich offensichtlich gleichmäßig auf alle Bildpunkte, so daß die Unterschiede in der Erkennungsleistung für zentrale und periphere Objekte verschwinden.

Zusammenfassend kann man die Ergebnisse dieser Untersuchungen also dahingehend interpretieren, daß die anfängliche simultane Verarbeitung ganzheitlicher und zentral-lokaler Informationen durch eine Vielzahl sukzessiver lokaler Verarbeitungen ergänzt wird.[1)]

Nachdem nun die Beziehung zwischen ganzheitlicher und lokaler Verarbeitung von Bildern vorgeklärt worden ist, stellt sich die Frage, wie sich die unterschiedliche Objektdichte auf die beiden Verarbeitungstypen auswirkt. Die Frage ist bezüglich der lokalen Verarbeitung relativ leicht zu beantworten, denn bei größerer Objektdichte ist die Zahl der Informationsstichproben, die erhoben werden müssen, größer, und folglich sollte die Gesamtdauer für die lokale Verarbeitung mit zunehmender Objektdichte zunehmen (vgl. S. 224ff., Objektdichte und Größe des funktionalen visuellen Feldes).

In Bezug auf die ganzheitliche Verarbeitung liegt zu dieser

[1)] *Dabei ist jedoch nach wie vor klärungsbedürftig, wie die Interaktion globaler und lokaler Verarbeitung im einzelnen beschaffen ist. Eine wichtige Frage in diesem Zusammenhang könnte sein, inwieweit das Ausmaß ganzheitlicher Verarbeitung zu Lasten lokaler Verarbeitung geht und umgekehrt, ob die Intensität lokaler Verarbeitung die Möglichkeiten ganzheitlicher Verarbeitung einengt.*

Fragestellung eine experimentelle Untersuchung von Saida & Ikeda (1979) vor.

Die Autoren haben Wiedererkennungsexperimente mit Bildern durchgeführt, die in der "Untersuchungsphase" entweder vergrößert oder verkleinert dargeboten wurden. Neben der Auflösungsstärke (Zahl der Objekte pro Raumeinheit) wurde der Bildausschnitt variiert, der den Vpn gezeigt wurde. Für unsere Fragestellung interessant sind Vergleiche gleich großer räumlicher Bildausschnitte und unterschiedlicher Objektdichte. In den Ergebnissen wird deutlich, daß sich die Größe des Bildfeldes, die zur Reproduktion genutzt wird, reduziert, wenn das Bild "dichter" wird. Das Bildfeld wurde in dieser Untersuchung anhand der Verarbeitungsgeschwindigkeit ermittelt. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit war als reziproker Wert *der* Bildexpositionsdauer definiert, bei der 70 % aller Bilder erkannt wurden. Im dichten Feld erreichte die Verarbeitungsgeschwindigkeit bei einem visuellen Feld von etwa 8° eine Asymptote, während im weniger dichten Feld dieser Wert bei etwa 11,5° lag.

Aufgrund dieser Ergebnisse wäre zu erwarten, daß sich bei größerer Objektdichte sowohl die Geschwindigkeit lokaler als auch ganzheitlicher Verarbeitung reduziert.

B. Experimente

Um Antworten auf die hier aufgeworfenen Fragen hinsichtlich Merkmalsdichte und Objektdichte zu erhalten, sollen Experimente, in denen die Merkmalsdichte und die Objektdichte variiert worden sind, miteinander verglichen werden. In Experiment 2 wurde Material geringer Merkmalsdichte (vgl. sche-

matisierte Szene in Abb. I im Anhang und in Experiment 4a Material hoher Merkmalsdichte (vgl. detaillierte Szenen in Abb. II im Anhang) verwendet. Das Gesichtsfeld war in beiden Experimenten etwa gleich groß; es erstreckte sich jedoch in Experiment 2 vertikal und in Experiment 4a horizontal (vgl. S. 465f.).

In beiden Experimenten wurde neben dem Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene seine situative Nähe bzw. Ferne variiert.[1)]

Neben dem Vergleich zwischen beiden Experimenten unterschiedlicher *Merkmalsdichte* wurden Vergleiche innerhalb der jeweiligen Experimente unter dem Gesichtspunkt unterschiedlicher *Objektdichte* vorgenommen. Im letzteren Fall wurde also die Merkmalsdichte konstant gehalten, und die Versuchsbedingungen "Suchgegenstand vorhanden vs. nicht vorhanden" und "Suchgegenstand situativ nah vs. situativ fern" wurden für den Fall hoher Objektdichte und geringer Objektdichte getrennt analysiert. Zur Ermittlung der Objektdichte in den Experimenten 2 und 4a wurde mit 8 Vpn ein Skalierungsversuch durchgeführt. Die Aufgabe der Vpn bestand in diesem Versuch darin, die Szenen auf einer Skala von 1 - 7 hinsichtlich ihrer "Komplexität" einzuschätzen. Dabei wurde "Komplexität" über die Zahl der Objekte in der jeweiligen Szene definiert. Auf diese Weise konnten die Einzelreize jeder Versuchsbedingung in zwei Gruppen unterteilt werden: Solche mit hoher und solche mit geringer Objektdichte.

[1)] *Beide Experimente enthielten noch Versuchsbedingungen, die für die augenblickliche Fragestellung nicht relevant sind und daher nicht weiter berücksichtigt werden sollen: In Experiment 2 wurde die räumliche Organisation der Szene variiert; Experiment 4 beinhaltet Bedingungen mit situativ fernen* Kontextgegenständen.

C. Befunde und Diskussion

In Abb. 28 und Tab. 24 sind die Ergebnisse des Experimentes mit hoher Merkmalsdichte (Exp. 2) und die des Experimentes mit geringer Merkmalsdichte (Exp. 4) aufgetragen. Es ist zwar in allen Versuchsbedingungen deutlich sichtbar, daß sich bei größerer Merkmalsdichte die Suchzeiten verlängern, dieser Effekt erreicht jedoch nicht statistische Signifikanz ($F(1,36) = 2,57$; $.10 < p < .15$). Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wird generell schneller gesucht als bei seinem Nicht-Vorhandensein ($F(1,36) = 71,04$; $p < .001$). Situativ nahe Suchgegenstände können generell schneller aufgefunden werden als situativ ferne ($F(1,36) = 22,11$; $p < .001$).

Der letztere Effekt beruht auf der unsymmetrischen förderlichen bzw. beeinträchtigenden Wirkung situativer Nähe in Experiment 4; dagegen ist in Experiment 2 eine symmetrische Wirkung zu finden (vgl. Abb. 29). D.h. situative Nähe des Suchgegenstandes wirkt sich bei seinem Vorhandensein in der Szene im gleichen Ausmaße förderlich wie bei seinem Nicht-Vorhandensein beeinträchtigend aus; dies gilt nur für Experiment 2, nicht jedoch für Experiment 4. Zur Prüfung dieser Hyothesen sind für Experiment 2 und für Experiment 4 getrennte Varianzanalysen durchgeführt worden (Tab. 25). Es zeigt sich, daß aufgrund der symmetrischen Wirkung situativer Nähe in Exp. 2 dieser Faktor in seinem Haupteffekt nicht signifikant wird ($F(1,18) = 2,39$; n.s.), wohl aber die Interaktion von situativer Nähe und Reaktionskategorie (Vorhanden/Nichtvorhanden) ($F(1,18) = 76,15$; $p < .001$). Dagegen ist der Faktor "situative Nähe" in Exp. 4 signifikant wirksam ($F(1,18) = 23,18$; $p < .001$) (vgl. Abb. 29), ebenso wie die Interaktion dieses Faktors mit der Reaktionskategorie ($F(1,18) = 31,37$; $p < .001$).

Tab. 24: 3-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 28 und 29 dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes;
3 = hohe Merkmalsdichte (Exp. 4)/geringe Merkmalsdichte (Exp. 2)
Daten von 38 Vpn.

Source	SS	DF	F	P
1	100418513.9209 50885760.8945	1. 36.	71.0428	0.0
2	3354912.6579 5463745.4210	1. 36.	22.1051	0.0001
3	12061717.9211 168581347.5938	1. 36.	2.5757	0.1135
12	20078286.4209 8811183.4737	1. 36.	82.0342	0.0000
13	386023.6842 50885760.8945	1. 36.	0.2731	0.6105
23	1138686.4211 5463745.4210	1. 36.	7.5027	0.0093
123	163291.6053 8811183.4737	1. 36.	0.6672	0.5753

Die unsymmetrische Wirkung situativer Nähe des Suchgegenstandes in Exp. 4 ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß ein situativ ferner Kontextgegenstand in den anderen - hier nicht referierten - Versuchsbedingungen vorkam und somit die Auftretenswahrscheinlichkeit eines situativ fernen Gegenstandes insgesamt auf .75 erhöhte. Es ist bereits an anderer Stelle gezeigt worden, daß der förderliche Effekt situativer Ferne des Suchgegenstandes bei seinem Nicht-Vorhandensein in der Szene als Erwartungseffekt interpretiert werden muß, der stark durch die Auftretenshäufigkeiten eines fernen Gegenstandes beeinflußt wird. So findet sich, daß die Reaktionszeiten für situativ

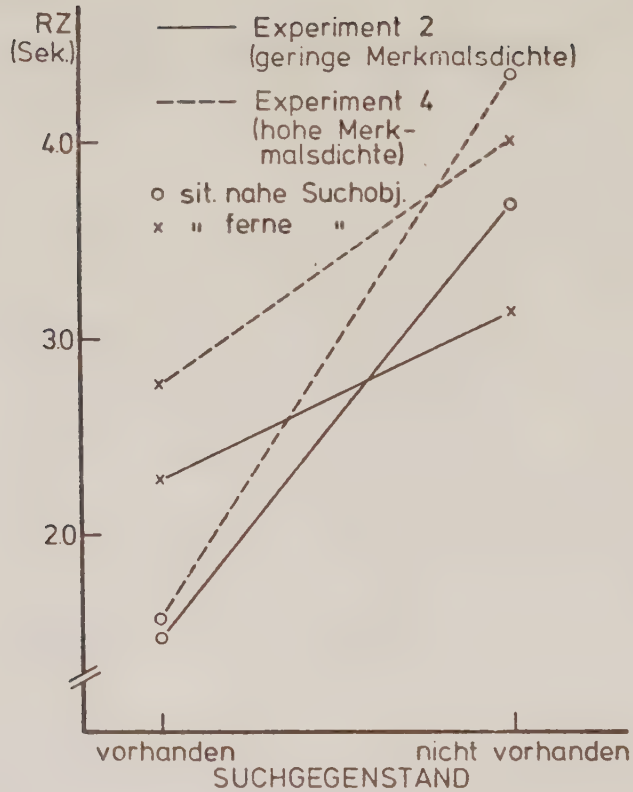


Abb. 28: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) für Experimente hoher Merkmalsdichte (Exp. 4) und geringer Merkmalsdichte (Exp. 2) in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes und seiner situativen Nähe bzw. Ferne. Daten von je 19 Vpn.

ferne Suchgegenstände noch unter das Niveau der Zeiten für situativ nahe und vorhandene Suchgegenstände absinken, wenn in den Suchszenen keine fernen Suchgegenstände vorkommen

können (Biederman, Glass & Stacy 1973). Diese *minimale* Reaktionszeit kann als obere Grenze für die Orientierungsphase *und* die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation aufgefaßt werden; sie beträgt im Experiment von Biederman et al. (1973) etwa 1,2 Sekunden.

Tab. 25a/25b: 2-faktorielle Varianzanalyse für Experiment 4 (hohe Merkmalsdichte) (Teil a) und Experiment 2 (geringe Merkmalsdichte) (Teil b). Es bedeuten:
1 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes;
2 = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes.
Daten von je 19 Vpn.

a)

Source	SS	DF	F	P
Subj.	130217625.7969			
1	56628336.9609	1.	29.1594	0.0001
	34956492.7891	18.		
2	4201331.0658	1.	23.1787	0.0003
	3262648.6842	18.		
12	11931483.8026	1.	31.3666	0.0001
	6846986.9474	18.		

b)

Source	SS	DF	F	P
Subj.	38363721.7969			
1	44176200.6445	1.	49.9189	0.0000
	15929268.1055	18.		
2	292268.0132	1.	2.3901	0.1363
	2201096.7368	18.		
12	8310094.2237	1.	76.1541	0.0000
	1964196.5263	18.		

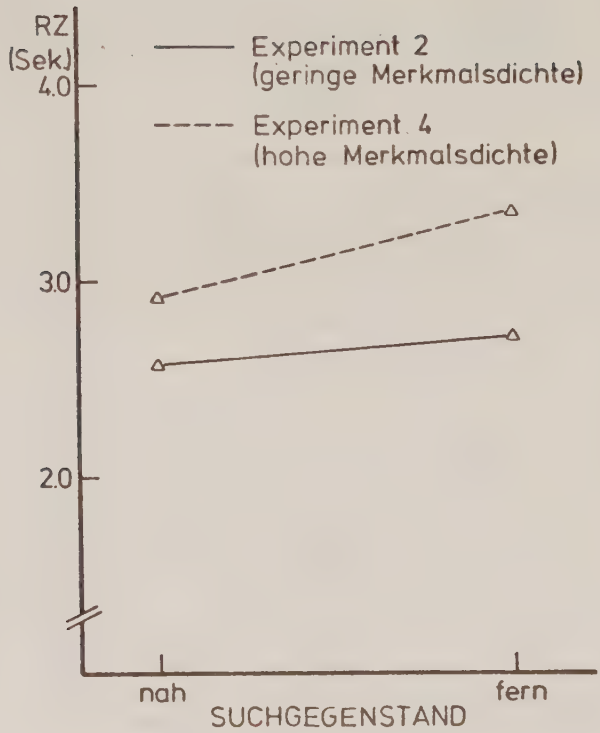


Abb. 29: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) für Experimente hoher Merkmalsdichte (Exp. 4) und geringer Merkmalsdichte (Exp. 2) in Abhängigkeit von der situativen Nähe/Ferne der Suchobjekte. Daten von je 19 Vpn.

Auf diesem Hintergrund kann also der vergleichsweise geringere förderliche Effekt der Ferne des nicht vorhandenen Suchgegenstandes in Experiment 4 gegenüber Experiment 2 interpretiert werden. In Experiment 2 lag die Auftretenshäufigkeit des situativ fernen Gegenstandes bei 50 %, und es

ergaben sich infolgedessen symmetrische Effekte situativer Nähe; dagegen lag in Experiment 4 die Auftretenshäufigkeit des situativ fernen Gegenstandes dadurch, daß in 50 % der Fälle ein ferner Kontextgegenstand vorkommen konnte, bei 75 %, und es zeigten sich infolgedessen unsymmetrische Effekte situativer Nähe. Eine Erklärungsmöglichkeit für diese Sachverhalte besteht darin, daß sich bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene das Abbruchkriterium für die Suche in Abhängigkeit von der Auftretenshäufigkeit eines situativ fernen Gegenstandes verändert: Je häufiger ein situativ ferner Gegenstand in den Szenen vorkommt, um so sorgfältiger wird nach ihm gesucht. Ein Beleg für diese Hypothese kann darin gesehen werden, daß sich die Fehlerrelation von Experiment 2 zu Experiment 4 hin zugunsten des situativ fernen Suchgegenstandes verschiebt; es werden in Exp. 4 gegenüber Exp. 2 *relativ weniger* Fehler bei der Suche nach einem situativ fernen vorhandenen Suchgegenstand gemacht, als bei der Suche nach einem situativ nahen (vgl. Tab. 26). In Experiment 2 unterscheiden sich die erwarteten und die beobachteten Fehlerhäufigkeiten signifikant voneinander ($\chi^2_{0,01,\ f=1} = 26,8$; $\chi^2_{krit.} = 6,63$). Dies gilt für Experiment 4 *nicht* ($\chi^2_{0,01,\ f=1} = 0,75$); hier kann die Nullhypothese nicht zurückgewiesen werden.

Tab. 26: Fehlerhäufigkeiten in Prozent (%) bei der Suche nach situativ nahen bzw. situativ fernen Gegenständen, die in der Szene vorhanden sind, für Exp. 2 und Exp. 4. Daten von je 19 Vpn.

	Exp. 2	Exp. 4
Suchgegenstand situativ nah	6,4 %	13,5 %
Suchgegenstand situativ fern	28,7 %	17,0 %

Schaut man sich die Reaktionszeitverteilungen für die zur Diskussion stehenden Bedingungen von Experiment 2 und 4a

an (Suchgegenstand nicht vorhanden), so wird die vorgeschlagene Interpretation sehr schön bestätigt (Abb. 30). Während in Experiment 2 (Abb. 30a) die Reaktionszeitverteilung für situativ nahe Suchobjekte nach rechts (längere Zeiten) und für situativ ferne Suchobjekte nach links (kürzere Zeiten) verschoben ist, finden sich in Experiment 4a (Abb. 30b) für situativ nahe und situativ ferne Suchobjekte keine deutlichen Abweichungen von der Vergleichsbedingung. Außerdem fällt auf, daß das Häufigkeitsmaximum in Experiment 4a generell niedriger liegt als in Experiment 2 (ungefähr 12 % in Experiment 4a und 18 % in Experiment 2) und daß die Zeiten weiter gestreut sind.

In Experiment 2 wird ein situativ naher (nicht vorhandener) Suchgegenstand stärker erwartet als ein situativ ferner, folglich liegt das Häufigkeitsmaximum bei längeren Reaktionszeiten; außerdem ist in der Reaktionszeitklasse 6,5 - 7,0 Sekunden für situativ nahe Objekte noch ein zweiter Gipfel zu beobachten (Abb. 30a, Bedingung 2). Dagegen werden situativ ferne und situativ nahe Objekte in Experiment 4a aufgrund des Vorhandenseins von fernen Kontextgegenständen in der Szene annähernd gleich häufig erwartet - es zeigen sich hier keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen beiden Reaktionszeitverteilungen (Abb. 30b).

Daß die Reaktionszeitverteilungen in Experiment 4a flacher und weiter gestreut sind als in Experiment 2 ist auf die unterschiedliche Merkmalsdichte in beiden Experimenten zurückzuführen (vgl. S. 240).[1)]

[1)] *Vermehrte Häufigkeiten bei den langen Reaktionszeitklassen sprechen für eine Reduktion des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes bei größerer Dichte (die Häufigkeitsmaxima liegen in beiden Experimenten bei etwa 3,0 bis 3,5 Sekunden).*

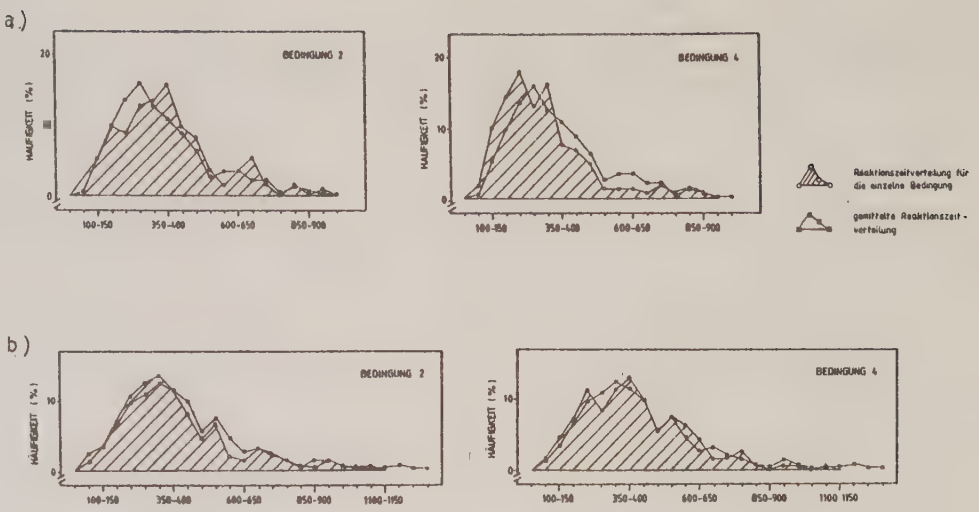


Abb. 30: Reaktionszeitverteilungen aus Experiment 2 (obere Abbildung: a) und Experiment 4a (untere Abbildung: b) bei der Suche nach nicht vorhandenen Objekten. Bedingung 2: situativ naher Suchgegenstand; Bedingung 4: situativ ferner Suchgegenstand.

Die Gültigkeit der aufgetretenen Interaktion zwischen situativer Nähe/Ferne des Suchgegenstandes und Merkmalsdichte (Exp. 2/4) muß demnach in Frage gestellt werden. Es ist zweifelhaft, ob bei größerer Merkmalsdichte die Suche nach einem fernen Suchgegenstand stärker beeinträchtigt wird als die Suche nach einem situativ nahen. Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene ist dieser Sachverhalt offensichtlich (Abb. 28); bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes müßte jedoch mit einer Umkehrung dieses Effektes gerechnet werden, wenn die Auftretenhäufigkeiten des situativen fernen Gegenstandes verringert wären.

Schaut man sich die Ergebnisse zur *Objektdichte innerhalb* von Exp. 2 und *innerhalb* von Exp. 4 an, so trifft die eben vollzogene Überlegung zu: Hohe Objektdichte wirkt sich bei Vorhandensein des Suchgegenstandes auf situativ ferne Suchobjekte *gleich stark* beeinträchtigend aus wie bei Nicht-Vorhandensein auf situativ nahe Suchobjekte. Es bestätigt sich also die Vermutung, daß Dichte symmetrische Effekte auf situativ nahe und situativ ferne Suchgegenstände hat (Abb. 31 und 32).

Außer einem generellen beeinträchtigenden Effekt der Objektdichte auf die Suche (s.S. 246) lassen sich *statistisch* keine Interaktionen der Dichte mit den anderen experimentellen Variablen feststellen. Das ist auch weiter nicht verwunderlich, da in der statistischen Analyse jeweils *5 Einzelreize* hoher Dichte mit 5 Einzelreizen geringer Dichte verglichen wurden. Die schmale Datenbasis des Einzelreizniveaus läßt kaum statistische Signifikanz erwarten. Es wäre jedoch unbefriedigend, die Analyse an dieser Stelle abzubrechen. Daher sollen im folgenden die absoluten Reaktionsdifferenzen als "qualitative Daten" interpretiert werden. Aus Abb. 31 und Abb. 32 geht hervor, daß bei Vorhandensein des Suchge-

genstandes in der Szene situativ ferne Suchgegenstände durch größere Objektdichte stärker betroffen werden als situativ nahe, während bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene situativ nahe Suchgegenstände stärker betroffen werden als situativ ferne.

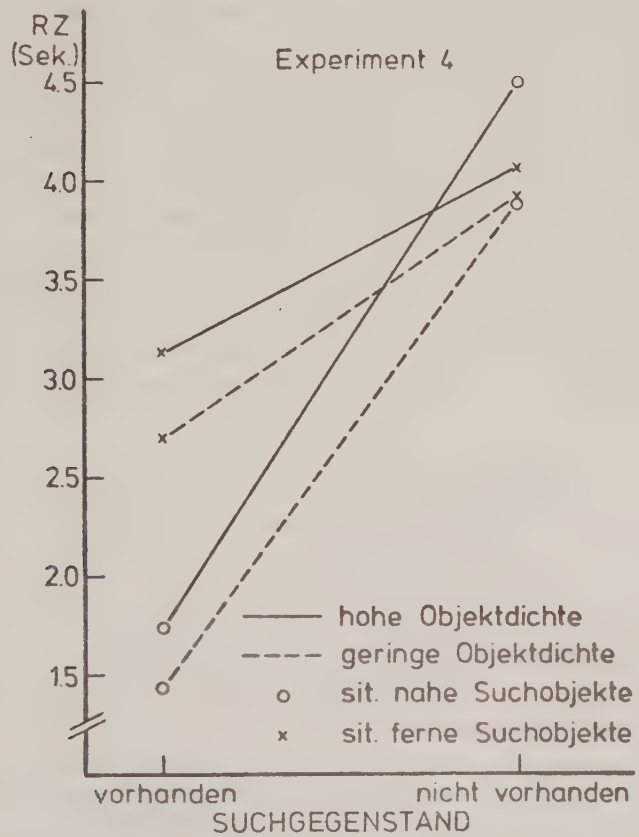


Abb. 31: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) für Experiment 4 in Abhängigkeit vom Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes und seiner situativen Nähe/Ferne. Die Reaktionszeiten für Szenen hoher und geringer Objektdichte sind getrennt aufgetragen.

Wie kann man diesen Sachverhalt interpretieren? Die naheliegendste Erklärung würde besagen, daß *die* Suche am wenigsten von zunehmender Merkmals- oder Objektdichte betroffen wird, die am stärksten abbruchfähig ist: das gilt für situativ nahe, vorhandene Suchobjekte und für situativ ferne, nicht vorhandene Suchobjekte. Bei situativ nahen, vorhandenen Suchobjekten liegt eine sehr abbruchfähige Suche vor, weil die Suchobjekte im Kontext besser identifiziert und lokalisiert werden können, als das für situativ ferne Suchobjekte der Fall ist. Bei situativ fernen, nicht vorhandenen Suchobjekten liegt eine abbruchfähigere Suche als bei situativ nahen, nicht vorhandenen Suchobjekten vor, weil ein ferner Suchgegenstand im Kontext nicht erwartet wird.

Welche Folgerungen sind aus diesen Befunden und theoretischen Oberlegungen für die in der Einleitung skizzierten Einflüsse der Dichte auf die ganzheitliche Szenenrepräsentation und die Größe des funktionalen visuellen Feldes zu ziehen.

Die vorliegenden Experimente haben hinsichtlich des Einflusses von Objekt- und Merkmalsdichte auf die Suchzeiten eine durchgängige Zeitverzögerung erbracht; es läßt sich folgende statistische Signifikanz aus den Ergebnissen entnehmen: $F(1,36) = 2{,}58$, $p = .11$; $F(1,3) = 4{,}75$, $p < .05$; $F(1,3) = 2{,}44$, $p = .12$. Der durchgängige Befund, daß bei höherer Objektdichte die Suchzeiten *generell* in allen Bedingungen zunehmen ($F(1,3) = 6{,}93$, $p < .01$), kann als Hinweis auf die verlängerte Dauer bei der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation (einschließlich Orientierung) gewertet werden (vgl. Tab. I, S. 460).

Wenn jedoch bei höherer Dichte mehr Zeit benötigt wird, ehe das gesamte Bild repräsentiert ist, so wird daraus allein noch nicht verständlich, warum es zu den beobachteten

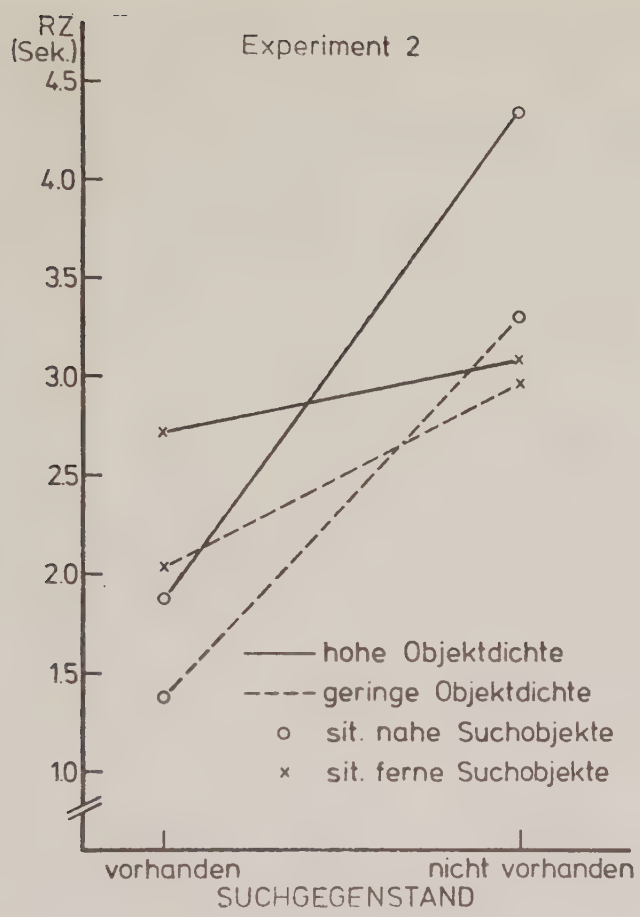


Abb. 32: Reaktionszeiten (RZ) in Sekunden (Sek.) für Experiment 2 in Abhängigkeit vom Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes und seiner situativen Nähe/Ferne. Es sind die Reaktionszeiten für Szenen hoher und geringer Objektdichte getrennt aufgetragen.

Interaktionen kommt. Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene wirkt sich größere Dichte besonders bei der Suche nach einem situativ fernen Objekt beeinträchtigend aus; und bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes wird durch größere Objektdichte besonders die Suche nach einem situativ nahen Objekt verzögert. Wenn sich größere Objektdichte lediglich auf die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation auswirken würde, so könnte man mit einer Reaktionszeiterhöhung um einen konstanten Betrag für *alle* experimentellen Bedingungen rechnen. Das ist jedoch nicht der Fall. Daher erscheint der Gedanke begründet, daß die Reizdichte die lokale Verarbeitung und hierbei speziell die Größe des "funktionalen visuellen Gesichtsfeldes" beeinflußt. Diese Möglichkeit ist einleitend anhand der Literatur ausführlich dargestellt worden (S. 224ff.). Für die vorliegenden Experimente bleibt jedoch erklärungsbedürftig, warum die unterschiedliche Größe des "funktionalen visuellen Gesichtsfeldes" sich in Abhängigkeit vom Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes einmal hauptsächlich bei der Suche nach einem situativ fernen Gegenstand und das andere Mal hauptsächlich bei der Suche nach einem situativ nahen Objekt bemerkbar macht.

a) Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene kann ein situativ nahes Objekt sehr schnell - praktisch direkt nach der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation - aufgefunden werden. Die Zeiten liegen in dieser Bedingung nicht wesentlich höher als bei der Suche nach einem nicht vorhandenen, situativ fernen Objekt, *wenn die Vp weiß*, daß in den Bildern keine situativ fernen Objekte enthalten sein können (Biederman, Glass & Stacy 1973). In der beschriebenen Versuchsbedingung von Biederman und Mitarbeitern kann die Vp die Suche abbrechen, nachdem sie die gesamte Szene identifiziert und festgestellt hat, daß der Suchgegenstand thematisch nicht hin-

eingehört. Die Reaktionszeiten liegen dann bei etwa 1 Sekunde und 200 Millisekunden. In den vorliegenden Experimenten finden sich für die Suche nach situativ nahen, vorhandenen Suchobjekten Zeiten von etwa 1 Sekunde und 500 Millisekunden, woraus man schließen könnte, daß die Vpn nach der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation noch eine zusätzliche Fixation benötigen, um den Gegenstand aufzufinden. Aufgrund einer gezielten, schemageleiteten Lokalisation und Identifikation "springt der Suchgegenstand den Vpn förmlich ins Auge".

Durch höhere Objektdichte werden die Zeiten um weitere 200 - 300 Millisekunden erhöht; das kann bedeuten, daß die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation um diese Zeitdauer verzögert ist. Bei der Suche nach einem situativ fernen, in der Szene vorhandenen Suchgegenstand ist dagegen im Anschluß an die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation die Selektion weiterer Informationsstichproben (etwa 3 weitere Fixationen, Verzögerung um etwa 800 Millisekunden) erforderlich, um zum Auffinden zu gelangen. Der situativ ferne Suchgegenstand kann nicht zielgerichtet und schemageleitet lokalisiert und identifiziert werden, so daß eine "Zufallssuche" erforderlich wird. Hierbei ist die Größe des "funktionalen visuellen Gesichtsfeldes" von entscheidender Bedeutung. Im Falle größerer Objektdichte müssen mehr Informationsstichproben erhoben werden, weil der Entdeckungsabstand reduziert ist. D.h. zusätzlich zur Verzögerung bei der Bildung der globalen Szenenrepräsentation werden bei größerer Objektdichte mehr Informationsstichproben erforderlich, weil sich der "Entdeckungsabstand" für das "target" vermindert.

b) Ein ähnlicher Sachverhalt (nur mit umgekehrten Vorzei-

chen) liegt bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes vor. Die Suche nach situativ fernen Suchgegenständen kann im allgemeinen relativ rasch (nach grober Übersicht über die Szene und nach der Selektion einiger Stichproben) abgebrochen werden, weil der Gegenstand nicht erwartet wird. Objektdichte wirkt sich in einer geringfügigen Reaktionszeiterhöhung aus, die bei der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation begründet liegt.

Findet dagegen im Falle situativer Nähe des Suchobjektes eine ausführlichere Suche statt, so erweist sich die Größe des "funktionalen visuellen Gesichtsfeldes" offensichtlich als kritischer Faktor. Bei höherer Objektdichte muß eine erheblich größere Zahl von Informationsstichproben erhoben werden, um die Reizgrundlage mit gleicher Gewißheit beurteilen zu können. Daraus resultiert die beobachtete Interaktion.

4. FEHLERANALYSEN

In Tab. 27 sind die Fehlerhäufigkeiten für die Versuchsbedingungen aller Experimente noch einmal zusammenfassend dargestellt. Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene werden generell mehr Fehler gemacht (ungefähr 15 %) als bei Nicht-Vorhandensein des Gegenstandes (etwa 3 %).[1)] Die Fehler lassen sich darauf zurückführen, daß ein vorhandener Gegenstand nicht entdeckt wird - also die Suche zu frühzeitig abgebrochen wird -, bzw. daß das Vorhandensein eines Suchgegenstandes angezeigt wird, obwohl die Szene diesen Gegenstand gar nicht enthält. Während für den erstgenannten Fehler eine klar angebbare Ursache existiert, sind die Fälle, in denen ein nicht vorhandener Suchgegenstand angezeigt wird, schwerer zu erklären. Die Objekte innerhalb der Szenen waren jeweils so deutlich abgebildet, daß es unwahrscheinlich ist, daß die Vpn die Suchobjekte tatsächlich - ähnlich wie bei einer Halluzination - gesehen haben.

Es muß eher ein anderer Grund für diese Fehler in Betracht gezogen werden: die Versuchspersonen haben sich mit der Zuordnung der Tasten zu den Reaktionen schlicht vertan. Dieser Fehlertyp wird in der nachträglichen Befragung von den Versuchspersonen immer wieder erwähnt. Damit können die Fehlerverhältnisse jedoch nur zum Teil erklärt werden, denn dieser Fehlertyp sollte ebenso bei Vorhandensein des Suchgegenstandes auftreten (hier ist er jedoch nicht so stark sichtbar, weil die Fehlerzahlen ohnehin sehr hoch sind). Gewichtiger ist es jedoch, daß damit die *Unterschiede* in den Fehlerhäufigkeiten *zwischen* den Bedingungen nicht erklärt werden können.

Bei genauerer Durchsicht der Fehlermittelwerte ($\bar{x}$) für die einzelnen Versuchsbedingungen zeigt sich nun, daß das Reak-

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 368{,}9;\ p < 0.0001.$

Tab. 27: Fehler in Prozent (%) für die einzelnen Versuchsbedingungen der Experimente 1 bis 4c

			Exp.1	Exp. 2	Exp.3	Exp.4a	Exp.4b	Exp 4c	Exp. 1-4c
			Fehler in %	Fehler in %	Fehler in %	Fehler in %	Fehler in %	Fehler in %	$\bar{x}$
Suchgegenstand vorhanden	organisierte Szene bzw. ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	2,8	6,4	9,0	13,5	4,5	6,5	7,1
		Suchgegenstand fern	15,6	28,7	15,0	17,0	21,0	26,0	20,5
	unorganisierte Szene bzw. mit fernem Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	6,3	25,1	13,5	15,5	17,5	15,0	15,40
		Suchgegenstand fern	19,1	39,8	13,0	11,0	14,5	19,0	19,4
Suchgegenstand nicht vorhanden	organisierte Szene bzw. ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	0,3	17,5	6,0	1,0	1,5	3,0	4,9
		Suchgegenstand fern	1,0	2,9	2,5	0,5	0,0	0,5	1,48
	unorganisierte Szene bzw. mit fernem Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	0,0	7,6	3,0	3,0	5,5	8,0	5,42
		Suchgegenstand fern	1,4	1,8	1,0	1,5	4,5	4,5	2,45

tionszeitmuster in sehr genauer Weise den Fehlerhäufigkeiten entspricht. Längere Reaktionszeiten sind auch *immer* mit höherer Fehlerzahl verbunden, so daß sich keinerlei Probleme durch eine Austauschbeziehung von Fehlern und Reaktionszeiten ergeben. Eine Verrechnung der Fehler würde die existierenden Reaktionszeitdifferenzen zwischen den Bedingungen verstärken: In unorganisierten Szenen werden generell mehr Fehler gemacht als in organisierten;[1] bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene werden bei der Suche nach situativ fernen Objekten mehr Fehler gemacht als bei der Suche nach situativ nahen Objekten[2] und bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes, dagegen unterlaufen bei der Suche nach situativ nahen Objekten mehr Fehler als bei

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 12{,}01;\ p < 0.001.$

2) $\chi^2_{(f=1)} = 59{,}14;\ p < 0.001.$

der Suche nach situativ fernen Objekten ("Umkehreffekt").[1)]

Die Gründe für diese Fehlerrelationen könnten darin liegen, daß 1. die Erkennungsleistungen in unorganisierten Szenen (bzw. Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand) generell schlechter sind als in organisierten Szenen (bzw. Szenen ohne fernen Kontextgegenstand) und daß 2. situativ ferne, vorhandene Objekte schlechter identifiziert werden können als situativ nahe und vorhandene Objekte, während bei Nicht-Vorhandensein der Suchgegenstände häufiger *vermutet* (und erwartet) wird, daß situativ nahe Gegenstände in der Szene enthalten sind - in diesen letzteren Fällen wird die Suche aufgrund dieser Vermutungen vorzeitig (also fehlerhaft) beendet.

Zur Beantwortung dieser Fragen bietet sich eine Auswertung der Fehlerzahlen nach der Logik der Signalentdeckungstheorie an, die ja speziell zur Messung der Sensitivität und des Kriteriums entwickelt worden ist.

Zur Anwendung der Signalentdeckungstheorie auf die vorliegende Situation muß jedoch einschränkend gesagt werden, daß die Berechnung von d' und ß üblicherweise bei Variation der Auftretenshäufigkeit von Signal und "noise" durchgeführt wird, während in den vorliegenden Experimenten die Auftretenswahrscheinlichkeit des Suchgegenstandes in der Szene (Signal) jeweils 50 % betrug.

Aus dem folgenden Vierfelderschema wird ersichtlich, in welcher Weise sich die "hit"- und "false alarm"-Werte für die einzelnen Bedingungen ermitteln lassen:

---

1) $\chi^2_{(f=1)} = 34{,}79;\ p < 0.001.$

	Reaktion ja	Reaktion nein
Signal vorhanden (50%)	„hit"	„misses"
Signal nicht vorhanden	„false alarm"	„correct negatives"

In Tab. 28 sind nun die Wahrscheinlichkeiten (p) der "hit"- und "false alarm"-Antworten für die Versuchsbedingungen aller Experimente aufgeführt.

Tab. 28: Wahrscheinlichkeit (p) der "hit"- und "false alarm"-Reaktionen für die einzelnen Versuchsbedingungen von Experiment 1 bis 4c. Erläuterung im Text.

			Reaktion ja	Exp. 1		Exp. 2		Exp. 3		Exp. 4a		Exp. 4b		Exp. 4c	
				%	p	%	p	%	p	%	p	%	p	%	p
organisierte Szene bzw. ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	vorhanden	„hit"	2,8	.972	6,4	.936	9,0	.91	13,5	.865	4,5	.955	6,5	.935
		nicht vorh.	„false alarm"	0,3	.003	17,5	.775	6,0	.06	1,0	.01	1,5	.015	3,0	.03
	Suchgegenstand fern	vorhanden	„hit"	15,6	.844	28,7	.713	15,0	.85	17,0	.83	21,0	.79	26,0	.74
		nicht vorh.	„false alarm"	1,0	.01	2,9	.029	2,5	.025	0,5	.005	0,01	.0001	0,5	.005
unorganisierte Szene bzw. mit fernem Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	vorhanden	„hit"	6,3	.937	25,1	.749	13,5	.865	15,5	.845	17,5	.825	15,0	.85
		nicht vorh.	„false alarm"	0,01	.0001	7,6	.076	3,0	.03	3,0	.03	5,5	.055	8,0	.08
	Suchgegenstand fern	vorhanden	„hit"	19,1	.809	39,8	.602	13,0	.87	11,0	.89	14,5	.855	19,0	.81
		nicht vorh.	„false alarm"	1,4	.014	1,8	.018	1,0	.01	1,5	.015	4,5	.045	4,5	.045

Das Verhältnis von "hit"- und "false alarm"-Rate ist für die Berechnung von d' und ß entscheident.[1)]

Die d'- und ß-Werte können aus Tab. 29 für die einzelnen Versuchsbedingungen der Experimente 1 bis 4c entnommen werden.

Tab. 29: Errechnete d'- und ß-Werte für die Versuchsbedingungen der Experimente 1 bis 4c. Erläuterung im Text S. 255f.

		Exp.1		Exp.2		Exp.3		Exp.4a		Exp.4b		Exp.4c	
		d'	ß	d'	ß	d'	ß	d'	ß	d'	ß	d'	ß
organisierte Szene bzw. ohne fernen Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	4,65	7,56	2,48	0,602	2,89	1,38	3,43	8,27	3,89	2,54	3,41	2,26
	Suchgegenstand fern	3,36	9,04	2,43	5,17	3,0	4,0	3,54	17,47	3,71	45,33	3,22	21,66
unorganisierte Szene bzw. mit fernem Kontextgegenstand	Suchgegenstand nah	4,46	20,67	2,13	2,30	2,99	3,16	2,91	3,49	2,57	2,35	2,46	1,59
	Suchgegenstand fern	3,08	7,13	2,36	8,66	3,53	8,08	3,43	4,92	2,86	2,28	2,51	2,49

Während die d'-Werte eine annehmbare Stabilität aufweisen, findet sich bei den ß-Werten eine enorme Variabilität, die darauf zurückzuführen ist, daß geringe Schwankungen der Fehlerrate bei Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes

---

[1)] *Die d'- und ß-Werte wurden nach den Anweisungen von Coren, Porac & Ward (1979) berechnet. Die Berechnung ist je nach der Lage innerhalb der Verteilungen verschieden. Für die vorliegenden Fälle p(hit) > .5 und p(false alarm) < .5 gilt: d' = Z(hit) + Z(false alarm), wobei sich Z(hit) aus A(hit) = p(hit) - .5 und Z(false alarm) aus A(false alarm) = .5 - p(false alarm) ermitteln lassen. ß wird aus O(hit)/ O(false alarm) ebenfalls auf der Grundlage von A(hit) und A(false alarm) errechnet.*

(0.01 % bis 2 %) große Kriteriumsunterschiede bewirken (vgl. Bedingung: "Suchgegenstand fern, organisierte Szene" in Tab. 28 und Tab. 29).

Gerade Schwankungen der Fehlerrate zwischen 0.01 % und 2,5 % lassen sich jedoch auf Verwechslungen der Reaktionstastenzuordnung zurückführen (S. 251).

Die d'- und ß-Werte sind varianzanalytisch hinsichtlich statistischer Signifikanz überprüft worden (Loftus & Bell 1975). Insgesamt erweist sich lediglich eine Wechselwirkung bei den d'-Werten als signifikant.[1)] Bei der Suche in unorganisierten Szenen ist die Sensitivität geringer als bei der Suche in organisierten und die d'-Werte für situativ nahe und ferne Objekte unterscheiden sich hier nicht (unorganisiert/nah: 2,92; unorganisiert/fern: 2,96). Dagegen ist bei der Suche in organisierten Szenen generell größere Sensitivität zu verzeichnen und die d'-Werte für situativ nahe Objekte liegen höher als für situativ ferne (organisiert/nah: 3,46; organisiert/fern: 3,21).

Diese Interaktion zwischen Organisation und Nähe bei den d'-Werten ($F(1,5) = 11,82$; $p < .05$) bestätigt die aufgrund der Fehleranalyse angestellten Oberlegungen (S. 251ff.). Die Erkennungsleistung - gemessen mit Hilfe der Sensitivität - ist in unorganisierten Szenen generell schlechter als in organisierten, und bei der Suche nach situativ nahen Objekten liegt größere Sensitivität vor als bei der Suche nach fernen Gegenständen.

Die speziellen Unterschiede in den Fehlerverhältnissen bei Vorhandensein und Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes

---

[1)] *Die vollständigen Varianzanalyseergebnisse finden sich im Anhang S. 478.*

in der Szene können jedoch nicht mit Hilfe der Signalentdeckungstheorie überprüft werden, da diese Methode nicht zwischen diesen Bedingungen diskriminieren kann, sondern im Gegenteil zu ihrer Berechnung benötigt. Die Annahme, daß situativ nahe und nicht vorhandene Suchobjekte häufiger als situativ ferne in der Szene vermutet (und erwartet) werden, läßt sich jedoch aufgrund von Reaktionszeitanalysen bestätigen (S. 213ff.).

5. AUGENBEWEGUNGSUNTERSUCHUNGEN

Zur Analyse der wichtigsten Unterschiede zwischen organisierten/unorganisierten Szenen einerseits und Szenen mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand andererseits sind mit den Bedingungen des Versuchsmaterials von Experiment 2 und Experiment 4a Augenbewegungsuntersuchungen durchgeführt worden (Experiment 2(A) und Experiment 4a(A)). Die Einzelheiten der Versuchsgestaltung sind auf S. 61 und S. 92ff. zu finden. In diesem Zusammenhang ist es jedoch wichtig, die durch die Blickbewegungsregistrierung notwendig gewordenen Abweichungen von Experiment 2 und 2(A) bzw. 4a und 4a(A) hervorzuheben.

a) Die Auswertung von Augenbewegungsdaten ist sehr zeitintensiv. Dies liegt nicht nur daran, daß eine Reaktionszeit in eine Vielzahl von Fixationen aufgelöst ist, sondern auch daran, daß neben der Zahl der Fixationen unterschiedliche andere Maße (Gesamtstrecke des Augenpfades, Fixationsdauer etc.) erhoben werden können. Daher mußte aus dem vorhandenen Reizmaterial eine Auswahl von Bildern getroffen werden. In den bisherigen Versuchen war jede Versuchsbedingung durch 10 (bzw. 9) Fälle repräsentiert. Für die Augenbewegungsuntersuchungen wurden jeweils drei Beispiele ausgewählt, so daß der Versuch mit 3×8 (also 27) Bildern durchgeführt werden konnte. Vorsorglich wurden auch wieder Suchzeiten für die einzelnen Versuchsbedingungen (organisiert/unorganisiert, Suchgegenstand situativ nah/fern, vorhanden/nicht vorhanden) vom Beginn der Bildexposition bis zur Tastendruckreaktion gemessen. An jedem Versuch nahmen jeweils 10 Vpn teil.

b) Um das Bildmaterial der Auflösungsfähigkeit der Augenbewegungsregistrieranlage anzupassen, war es erforderlich,

die Bilder größer als in den vorhergegangenen Versuchen darzubieten. Durch die vergrößerte Darbietung der Bildszenen sollte gewährleistet werden, daß das tatsächlich fixierte Objekt auch unter Berücksichtigung von Meßungenauigkeiten noch exakt angebbar blieb. Das Gesichtsfeld wurde von etwa 10° auf etwa 30° erweitert. Die genauen Maße betrugen für Experiment 2(A) 25° horizontaler und 35,5° vertikaler Gesichtswinkel und für Experiment 4a(A) 38° horizontaler und 31° vertikaler Gesichtswinkel.

c) Die Versuche wurden von zwei Versuchsleitern durchgeführt: Versuchsleiter 1 registrierte die Reaktionszeiten und Fehler, während Versuchsleiter 2 für die Justierung und Bedienung der Blickregistrieranlage zuständig war.

Der Kopf der Versuchsperson ruhte während der Messungen auf einer Kinnstützte. Die Registrierbrille wurde aufgesetzt, und es fand eine Ausrichtung der sensorischen Einheiten dieser Brille statt. Daraufhin erfolgte eine Justierung der Anlage in horizontalen und vertikalen Richtungen (sowie deren Interaktionen). Nach einigen Darbietungen wurde die Genauigkeit der Justierung erneut stichprobenartig geprüft.

Zur Registrierung der Augenbewegungen wurde das Gerät "Eye Movement Monitor Modell 200" der Firma Biometrics verwendet. Mit diesem Gerät sind Messungen horizontaler und vertikaler Augenbewegungen möglich. Am Brillenrahmen sind sensorische Einheiten (Silikon-Fototransistoren) befestigt, die die von einer Infrarot-Lampe erzeugte und vom Auge reflektierte Strahlung registrieren. Die entstehenden Impulsveränderungen werden an ein Tischmeßinstrument weitergeleitet, das die Eingangssignale verstärkt und an ein Aufzeichnungsgerät (X-Y Recorder Rikadenki BW 200) weitergibt.

Die Registrierbrille ist so konstruiert, daß das Sichtfeld durch die sensorischen Einheiten und durch die Infrarot-Lampe möglichst wenig eingeschränkt ist. Da die Sensoren für Infrarotstrahlung empfindlich sind, wirkt sich Umgebungsbeleuchtung nicht störend aus. Die Auflösungsstärke des Geräts bei horizontalen Augenbewegungen beträgt 1/4 Grad und bei vertikalen Bewegungen 1 Grad.

Die für Infrarotstrahlung empfindlichen Sensoren erzeugen elektrische Signale, die sich proportional zum Lichtwechsel verhalten. Bei horizontalen Augenbewegungen werden Reflexionsunterschiede an der Grenze zwischen der weißen Sklera und der rechten bzw. linken Seite der Iris gemessen. In Mittelstellung des Auges erhalten beide Fototransistoren den gleichen Betrag reflektierter Strahlung und es wird kein Stromimpuls weitergeleitet. Bei Bewegung nach links verringert sich die Strahlungsintensität für den linken Fototransistor als Funktion der Abweichung des Auges von der Mittelstellung. Bei Bewegung nach rechts kehrt sich (bei ansonsten gleicher Logik) die Polarität des elektrischen Stromes um. Bei vertikalen Bewegungen werden Reflexionsunterschiede an der oberen Lidkante registriert; die Fototransistoren sind additiv verschaltet. Wenn sich das Lid senkt, so nimmt die Höhe des Stromimpulses ab.

Die in das Tischgerät gelangenden Impulse werden verstärkt und an den X-Y Recorder weitergegeben. Die aus den horizontalen und vertikalen Messungen eingehenden Signale werden in Form einer kombiniert verrechneten Kurve graphisch dargestellt (in DIN A 3 Format). Die Bewegungsgeschwindigkeit des Schreibers beträgt 400 cm/Sek., wobei mit ± 3 % Abweichung vom Eingangssignal gerechnet werden muß.

Die vorsorgliche erneute Messung der Reaktionszeitdaten hat sich für die geänderten Versuchsbedingungen als unbedingt notwendig erwiesen (Abb. 33/34). Die grundsätzlichen Befunde von Experiment 2 und Experiment 4a werden zwar bestätigt, es finden sich jedoch aufgrund der begrenzten und spezifischen Auswahl von Reizen (drei pro Bedingung) einige Unterschiede in den Reaktionszeitmustern und aufgrund der begrenzten Versuchspersonenzahl insgesamt eine Senkung des Signifikanzniveaus; letzteres gilt insbesondere für Experiment 4a(A).[1)]

Immerhin findet sich für Experiment 2(A), daß in organisierten Szenen generell schneller gesucht wird als in unorgani-

---

[1)] *Die Varianzanalyseergebnisse für diese Experimente finden sich in den Tabellen im Anhang.*

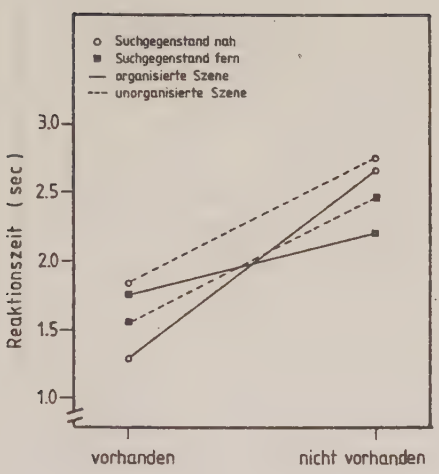


Abb. 33: Reaktionszeiten aus Experiment 2(A) in Sekunden (sec) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes. Daten von 10 Vpn.

sierten ($F(1,9) = 6{,}21$; $p < .05$) und daß in Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand die Suche länger dauert als ohne den situativ fernen Kontextgegenstand ($F(1,9) = 8{,}87$; $p < .05$) (vgl. Tab. IV und Tab. V im Anhang). Es steht also der Intention nichts im Wege, die Daten aus den Augenbewegungsuntersuchungen hinsichtlich der Unterschiede bei der Verarbeitung organisierter und unorganisierter Szenen (bzw. Szenen mit und ohne fernen Kontextgegenstand) zu befragen.

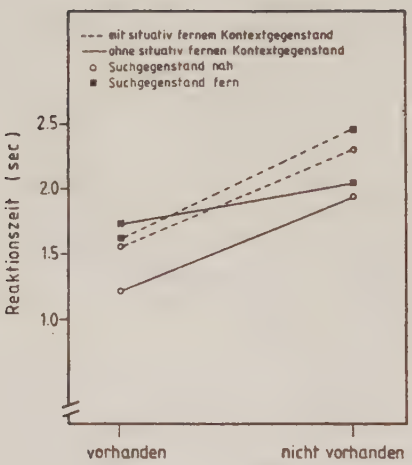


Abb. 34: Reaktionszeiten in Sekunden (sec) aus Experiment 4a(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 10 Vpn.

Aus Abb. 35 wird ersichtlich, daß in unorganisierten Szenen die Gesamtstrecke des zurückgelegten Augenpfades größer ist als in organisierten Szenen ($F(1,9) = 14{,}19$; $p < .0$) (Tab. VI im Anhang). Auch die Entfernung zwischen den Einzelfixationen ist in unorganisierten Szenen größer als in organisierten (Abb. 36 S. 264).

Diese Befunde decken sich in recht guter Weise mit Ergebnissen aus der Literatur (Saida und Ikeda 1979), die zeigen, daß bei eingegrenztem Gesichtsfeld die Entfernung

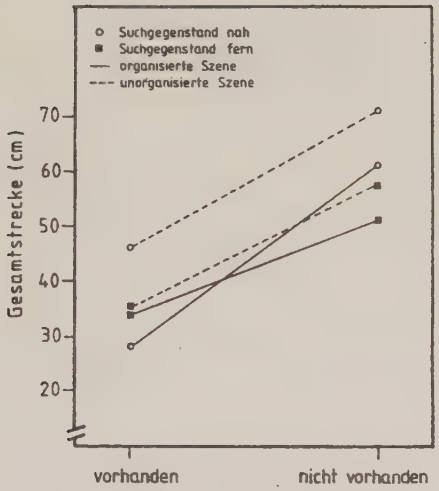


Abb. 35: Gesamtstrecke des zurückgelegten Augenpfades in Zentimeter (cm) aus Experiment 2(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes, organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes. Daten von 10 Vpn.

zwischen den Einzelfixationen *zunimmt*. Die Ergebnisse von Saida und Ikeda (1979) sowie die eigenen Befunde können dahingehend interpretiert werden, daß bei eingegrenztem Gesichtsfeld - sei es durch physikalische Eingrenzung oder durch die räumliche Unorganisiertheit - periphere Informationen weniger gut genutzt werden können und die Vpn daher genötigt sind, weiter entfernt liegende Gebiete genauer zu explorieren.

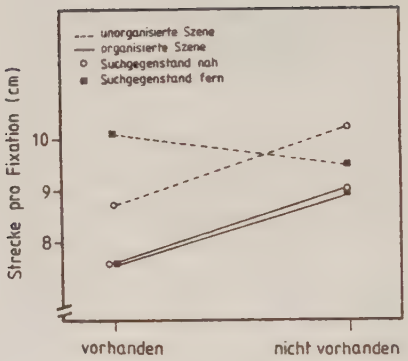


Abb. 36: Errechnete Strecke pro Fixation in Zentimeter (cm) aus Experiment 2(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes. Daten von 10 Vpn.

Hinsichtlich der Zahl der Fixationen ergibt sich für organisierte und unorganisierte Szenen nicht das vorhergesagte Ergebnis (Abb. 38). In unorganisierten Szenen ist die Zahl der Fixationen (bis zum Abbruch der Suche) nicht generell höher ($F(1,9) = 2,5$; n.s.) (Tab.VII im Anhang). Man kann sich jedoch anhand der errechneten durchschnittlichen *Fixationsdauer* (Reaktionszeit/Zahl der Fixationen) leicht davon überzeugen, daß die extrem niedrige Zahl der Fixationen für situativ ferne Suchobjekte in unorganisierten Szenen (Abb. 38) darauf zurückzuführen ist, daß in diesen Fällen auch extrem hohe Fixationszeiten vorliegen (Abb. 37). Auf die Austauschbeziehung von Zahl der Fixationen und Fixationsdauer hat Gould (1973) hingewiesen; demnach kann eine ge-

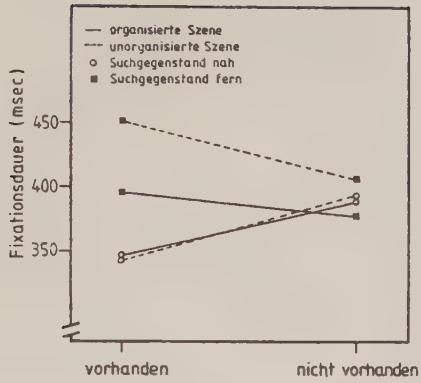


Abb. 37: Errechnete Fixationsdauer in Millisekunden (msec) aus Experiment 2(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes. Daten von 10 Vpn.

ringere Größe des funktional wirksamen Gesichtsfeldes dadurch kompensiert werden, daß sich die Fixationsdauer erhöht.

Während sich die Merkmale organisierter und unorganisierter Szenen also recht deutlich in den Augenbewegungsdaten widerspiegeln - vor allem in der Gesamtstrecke und in der Entfernung zwischen den Einzelfixationen - kann dies für Experiment 4a(A) nicht behauptet werden.

Die Gesamtstrecke des zurückgelegten Augenpfades (Abb. 39) ist in Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand nicht signifikant größer als ohne diesen Kontextgegenstand ($F(1,9) = 0.48$; n.s.) (Tab. VIII im Anhang).

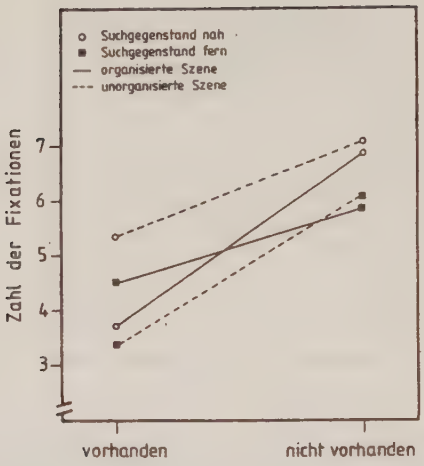


Abb. 38: Zahl der Fixationen bis zur Reaktion aus Experiment 2(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein (Ja- vs. Nein-Reaktion) des Suchgegenstandes organisiertem vs. unorganisiertem Bildkontext und situativer Nähe vs. Ferne des Suchgegenstandes. Daten von 10 Vpn.

Hinsichtlich der errechneten Strecke pro Einzelfixation zeigt sich sogar eher, daß in Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand geringere Strecken zurückgelegt werden (Abb. 40).

Damit kann das in Abb. 8 (S. 92) entwickelte Modell als bestätigt gelten, wonach in unorganisierten Szenen kleinere Informationsstichproben als in organisierten Szenen entnommen werden, während sich die Stichprobengröße in Szenen mit und ohne situativ fernen Kontextgegenstand

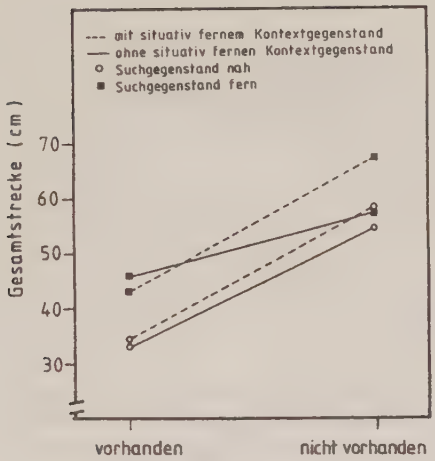


Abb. 39: Gesamtstrecke in Zentimer (cm) des zurückgelegten Augenpfades aus Experiment 4a(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 10 Vpn.

nicht unterscheidet.

In diesem Modell war auch vorhergesagt worden, daß die Wirkung eines situativ fernen Kontextgegenstandes im wesentlichen darin bestände, die Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und damit die Zahl der erhobenen Informationsstichproben zu erhöhen. Demnach sollte in Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand die Zahl der Fixationen größer sein als ohne diesen Kontextgegenstand. Aus Abb. 41 geht hervor, daß diese Vorhersage für jeden der abgebildeten Einzel-

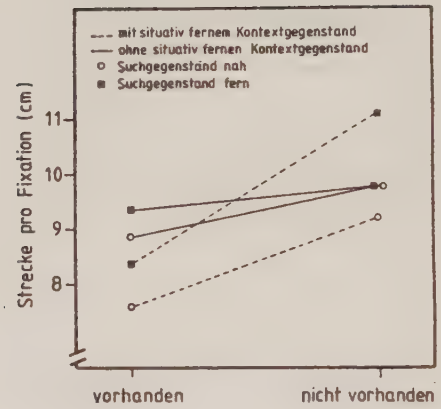


Abb. 40: Errechnete Strecke pro Fixation in Zentimeter (cm) aus Experiment 4a(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 10 Vpn.

fälle zutreffend ist. Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand erhöhen in jeder der vergleichbaren Bedingungen die Zahl der Fixationen. Dieser Effekt erreicht jedoch (wahrscheinlich aufgrund der zu geringen Vpn-Zahl) keine statistische Signifikanz ($F(1,9) = 2{,}15$; n.s.) (Tab. IX im Anhang).

Die Daten aus den Augenbewegungsuntersuchungen enthalten noch einen weiteren interessanten Aspekt.

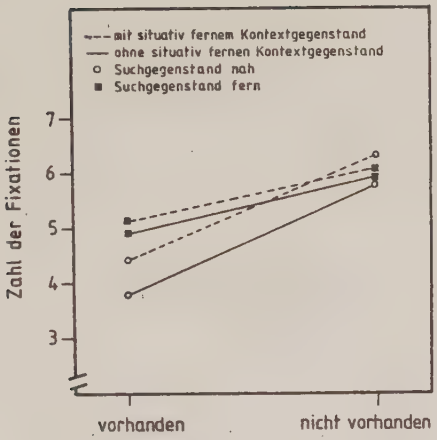


Abb. 41: Zahl der Fixationen aus Experiment 4a(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 10 Vpn.

Bereits anhand der Fehleranalysen war gezeigt worden, daß die Erkennungsschwellen für situativ ferne Suchgegenstände höher liegen als für situativ nahe und daß in organisierten Szenen größere Sensitivität (d') vorhanden ist als in unorganisierten. Wenn man nun die errechnete Fixationsdauer (Reaktionszeit/Zahl der Fixationen) als Maß für die Erkennbarkeit akzeptiert,[1)] so ergibt sich ein klarer

---

[1)] *Je länger die Fixationsdauer, um so schwerer die Erkennbarkeit pro Informationsstichprobe. Eine akzeptable Verarbeitungsgüte kann nur durch Verlängerung der Fixationszeiten erreicht werden.*

Befund (Abb. 37, S. 265) für Experiment 2(A): Die Fixationsdauer ist generell für situativ ferne Suchobjekte erhöht und hierbei besonders bei der Suche in unorganisierten Szenen.

Für Experiment 4a(A) zeigt sich in bezug auf die Fixationsdauer ein anderes Bild (Abb. 42, S. 270).

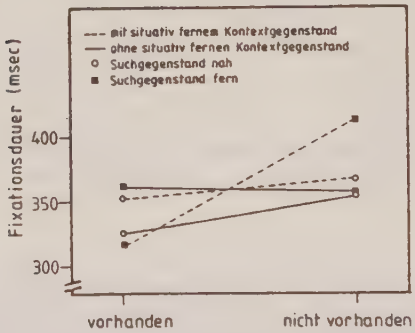


Abb. 42: Errechnete durchschnittliche Fixationsdauer in Millisekunden (msec) für Experiment 4a(A) in Abhängigkeit vom Vorhandensein vs. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes bei der Suche nach einem situativ nahen oder situativ fernen Suchgegenstand. Dabei enthalten die Szenen in der Hälfte der Fälle einen situativ fernen Kontextgegenstand. Daten von 10 Vpn.

Bei Vorhandensein des Suchgegenstandes in der Szene liegen die Fixationszeiten für situativ nahe Suchobjekte/ohne fernen Kontextgegenstand und situativ ferne Suchobjekte/mit fernem Kontextgegenstand niedriger als in den beiden anderen Bedingungen. Damit wird die im Zusammenhang mit Experiment 4a entwickelte Modellvorstellung bestätigt, daß ein

ferner Kontextgegenstand die Erkennungsschwellen für einen ebenfalls fernen Suchgegenstand senken kann.

Das zweite Ergebnis, das aus Abb. 42 ersichtlich wird, betrifft die Hypothese von der Eingrenzung des relevanten Suchbereichs durch einen fernen Kontextgegenstand bei der Suche nach einem situativ fernen und nicht vorhandenen Gegenstand. Die extrem langen Fixationszeiten in dieser Bedingung deuten darauf hin, daß die Versuchspersonen lange Zeit mit der Verarbeitung des fernen Kontextgegenstandes zubringen.

Damit sollen diese experimentellen Untersuchungen abgeschlossen werden. Einige Zusatzanalysen sowie einige ergänzende Experimente sind im Anhang aufgeführt.

IV. THEORIEN DER BILDVERARBEITUNG

1. STRUKTURELLE ÜBERLEGUNGEN: FORMEN DER REPRÄSENTATION VON BILDERN

A. Analoge Repräsentationen

Analoge Repräsentationen werden je nach theoretischer Orientierung der Autoren mit unterschiedlichen Begriffen belegt:

Während der Begriff "analog" aus der Komputersimulationsforschung stammt, haben andere "Schulen" andere Begriffe für den gleichen Sachverhalt verwendet. Isomorphie (Köhler 1968), ikonisches Gedächtnis (Neisser 1967, Schulz 1981), 'direkte Wahrnehmung' nach dem Resonanzprinzip (Gibson 1979; Turvey 1977) und Hologramm (Pribram 1977) sind Beispiele dafür.

Analoge Repräsentationen sind häufig in einem Kontext diskutiert worden, in den sie sehr schlecht hineinpassen - nämlich im Zusammenhang mit visuellen Vorstellungen anläßlich der "imagery"-Kontroverse (s.S. 285ff.). Trotzdem - oder gerade deswegen - soll der Begriff "analog" im folgenden auf Repräsentationsformen der visuellen *Wahrnehmung* angewandt werden, weil dies der adäquate Geltungsbereich ist.

Im folgenden wird die Frage zu klären sein, wie analoge Repräsentationen im einzelnen beschaffen sind - was das besondere dieser Repräsentationsformen ausmacht - und welche Funktionen sie im Verarbeitungsprozeß haben.

Analoge Repräsentationen spiegeln keineswegs die Welt in uninterpretierter 1 : 1-Zuordnung als Abbildungen wider und dürfen nicht in naiv-realistischer Weise mit Abbildern im Sinne von gespeicherten Photographien verwechselt wer-

den[1] (Pylyshyn 1973; Norman & Rumelhart 1975). Sie besitzen aber, wie dies Scheerer (1978) für "Abbildungen" formuliert hat, den "Charakter der Anschaulichkeit, d.h. erlebten Strukturähnlichkeit mit der von ihnen repräsentierten Realität" (Scheerer 1978, S. 31). Nach Scheerer gibt es eine funktionale Zweiheit und eine phänomenale Einheit von "Abbild" und Gegenstand (Scheerer 1978a, S. 32). Das Spezifische, was analoge Repräsentationsformen von anderen Repräsentationen unterscheidet, liegt in ihrer Kontinuität, ihrer räumlichen-relationalen-simultanen Struktur, in ihrer Isomorphie und Integrationskraft.

Fischler (1978) ist explizit auf das Problem analoger (bzw. isomorpher) Repräsentationen innerhalb der Komputersimulationsforschung eingegangen. Eine isomorphe Repräsentation läßt sich nach Fischler (1978) dadurch definieren, daß die Gesetze und Relationen der realen Welt in der Datenstruktur und den Operationen der Repräsentation enthalten sind. Der üblicherweise in der Komputersimulationsforschung verwendete Typ einer isomorphen Repräsentation ist die reihen- und zeilenweise Darstellung eines Bildes als Anordnung numerischer Werte. Jeder der numerischen Werte repräsentiert dabei einen Punkt oder ein lokales Merkmal der Szene hinsichtlich der Helligkeit, der Farbe, der Sättigung, des Helligkeitsgradienten oder dgl. Die numerischen Helligkeits- oder Farbwerte werden im gerasterten Bild Punkt für Punkt ausgedruckt (z.B. Marr 1975).

Der physikalische Ort jedes Merkmals in der numerischen Anordnung ist räumlich isomorph zum Ort in der Szene, dem das Merkmal entspricht (wobei die Transformationsregeln zwischen

---

[1] *Neisser (1967) erwähnt bei der Beschreibung der grundsätzlichen Irrtümer, die üblicherweise mit dem Konzept des ikonischen Gedächtnisses verknüpft sind u.a. die Annahme der "kopieartigen" Widerspiegelung und der "Passivität".*

beiden Repräsentationsformen bekannt sind). Implizite Informationen über relative Positionen von Objekten (etc.) sind also in der Repräsentation inhärent; sie werden nur bei Bedarf explizit extrahiert.

Nach Ehrich & Foith (1978) besteht das Ziel einer Szenenrepräsentation niederer Ordnung darin, eine Datenstruktur zu liefern, die die Intensitätsverteilung innerhalb einer Szene angemessen beschreibt und somit die spätere Interpretation der Intensitätsereignisse und deren Relationen fördert.

Daher verwenden Ehrich & Foith (1978) nicht die Punkt für Punkt erhobenen Helligkeitswerte des gerasterten Bildes, sondern eindimensionale Intensitätsprofile, die zeilenweise für alle n-Zeilen des Bildes erhoben werden. Diese Intensitätsprofile lassen sich leicht in eine hierarchisch geordnete Baumstruktur übertragen. Diese Technik von Ehrich & Foith (1978) führt zu erstaunlich guten Rekonstruktionen des ursprünglichen Bildes aus der Datenstruktur. Die Autoren wählen als primitive Repräsentationseinheiten die Intensitätsgipfel; diese Gipfel repräsentieren eine in der Bildfunktion selbst enthaltene Intensitätsregion.

Bezüglich analoger Repräsentationen wird manchmal der Begriff "Isomorphie" und manchmal der Begriff "Homomorphie" gebraucht. Mathematisch gesehen ist der Homomorphismus eine binäre Relation, die die Struktur einer Anordnung in die Struktur einer anderen Anordnung übersetzt (Haralick 1978). Die Bedingungen für einen Homomorphismus sind dann erfüllt, wenn es äquivalent ist, ob man zuerst abbildet und dann die Operationen ausführt oder zuerst die Operationen ausführt und dann abbildet. Der wesentliche Unterschied von Homomorphismus zu Isomorphismus besteht darin, daß die beschriebene Äquivalenzbeziehung auch *umkehrbar* ist, d.h. in Anwendung

auf unser Beispiel, daß die homomorphe Beziehung zwischen dem ersten und dem zweiten Repräsentationssystem (z.B. Gegenstand und retinale Erregungsverteilung) auch in umgekehrter Weise gilt (zwischen dem zweiten und dem ersten).[1)]

Köhler (1968) unterscheidet zwei Arten von Isomorphie:

a) Die Ähnlichkeit der makroskopischen Beschaffenheit der kortikalen Vorgänge mit der optischen Wahrnehmung. Sehen und kortikales Korrelat sind isomorph.

b) Die Beziehungen zwischen der Organisation im Sehfeld und der makroskopischen Struktur von Situationen im physikalischen Raum.

Die kortikale Organisation vermittelt zwischen der physikalischen und der wahrgenommenen Struktur und "ähnelt" beiden.

Für Köhler (1968) ist "Isomorphie" ein Postulat, in das eine Reihe von Annahmen eingehen:

"In einer dieser Annahmen wird auf ein kortikales Korrelat der optischen Kontinuität hingewiesen; eine zweite bezieht sich auf das psychophysische Korrelat optischer Aussonderung, eine dritte auf die isomorphe kortikale Vertretung topologischer Beziehungen im Sehraum; eine vierte wird im Fall metrischer Beziehungen in diesem Raum erforderlich; eine fünfte für die dritte Dimension des Sehraumes usw., - für alle strukturellen Eigenschaften der phänomenalen Welt" (Köhler 1968, S. 164).

Köhler beschreibt am Beispiel einer weißen Figur auf grauem Grund wie die Netzhautprojektion zu zwei verschiedenen chemischen Prozessen führt.

[1)] *Bridgeman (1979) beschreibt, wie auf allen neurophysiologischen Verarbeitungsebenen (von primären visuellen Kortex bis zur Retina) auch efferente (also kognitive) Verbindungen zu beobachten sind, daher sollte das Hierarchieprinzip zugunsten des Heterarchieprinzips aufgegeben werden. Diese physiologischen Befunde stützen jedoch auch die* Isomorphie-*überlegungen.*

"Wenn nun in der Rinde Nervenimpulse sowohl von der Figur wie von ihrer Umgebung eintreffen, dann werden zwei verschiedene chemische Prozesse erzeugt, einer als das Korrelat von Weiß und der andere als das von Grau" (Köhler 1968, S. 155).

Die Ionenkonzentration innerhalb des Feldes der Figur wird eine andere sein als außerhalb des Feldes. Das elektrische Potentiel innerhalb der Figur ist ein anderes als außerhalb. Der Kontinuitätsannahme schreibt Köhler besondere Bedeutung zu:

"Wie die Verbindung zwischen der Netzhaut und der Sehrinde früher betrachtet wurde, hält sie nur eine geometrische *Ordnung von* Punkten *aufrecht, aber sie hat nichts mit der Organisation des optischen Geschehens zu tun ... Obwohl die frühere Betrachtung also auf ein geordnetes Mosaik von lokalen Hirnvorgängen hinwies, ließ sie uns gar nicht erwarten, daß in der Sehrinde entweder ein Kontinuum zusammenhängender Funktionen auftreten kann, das sich durch die ganze Sehrinde hindurch ausbreitet, oder daß oft innerhalb dieses Kontinuums makroskopische funktionelle Einheiten zu finden sind ..." (Köhler 1968, S. 160).*[1)]

Eine interessante Version analoger Repräsentationen - die auch in der Lage ist, wesentliche gestaltpsychologische Ergebnisse empirisch und theoretisch zu stützen - hat Uttal (1975) in seiner *Autokorrelationstheorie* herausgearbeitet.

Der Autokorrelationsberechnung liegt zugrunde, daß g(x,y) eine räumlich verschobene Version von f(x,y) ist. Das Originalmuster wird um Δx und Δy im x,y Raum verschoben. Das Kreuzprodukt des verschobenen und des originalen Musters

---

[1)] *Nach Uttal (1975) erfolgte eine direkte Widerlegung der Theorie Köhlers von den kortikalen, elektrochemischen Feldstrukturen durch Lashley, Chow & Semmes (1951), ohne daß damit auch eine Widerlegung der* neuronalen *Feldtheorien verbunden wäre. Keenan & Olson (1979) verweisen ebenso wie Neisser (1979) auf die Notwendigkeit* kontinuierlicher *Repräsentationen.*

wird dann für jeden Punkt im verschobenen Raum berechnet und eine neue Matrix wird im Δx, Δy Raum mit Hilfe einer zweidimensionalen oder doppelten Integration definiert.

Uttal (1975) verweist darauf, daß es aufgrund seiner theoretischen Annahmen nicht notwendig ist, Neuronen anzunehmen, die für bestimmte (Fourier-)Raumfrequenzen sensitiv sind. Es werden lediglich neuronale Mechanismen erforderlich, die die Verschiebungsoperationen durchführen können, die additive oder multiplikative Kreuzprodukte bilden und eine Integration vornehmen.

Nach Ansicht von Uttal (1975) wird zunächst auf der Ebene der visuellen Rezeptoren die Reizinformation isomorph repräsentiert. Auf zentralen Ebenen ("multipliers") erhalten die Neuronen dann über laterale Verbindungen aus der untergeordneten (isomorphen) Ebene sowohl *direkte* Stimulation als auch Stimulation aus "verschobenen" Orten. Der "output" dieser neuralen "multipliers" könnte äquivalent dem Kreuzprodukt von $f(x,y)$ und $f(x + \Delta x, y + \Delta y)$ sein. Integration könnte durch die konvergente Summation der "multiplier"-Eingänge zustande kommen, indem die Entladungsfrequenz eines Aktionspotentials als "output" in direktem Verhältnis zu den integrierten Werten des "inputs" stände. Der "output" einer ganzen Gruppe solcher Einheiten würde die Autokorrelationsfläche des Δx, Δy Raumes ausmachen.[1)]

[1)] *Ein Vorteil der Autokorrelationstheorie besteht nach Uttal (1975) darin, daß sie in der Lage ist, die globalen Merkmale von Objekten hervorzuheben (s.S. 374ff.). Periodische Eigenschaften des Originalmusters werden übertrieben, wenn die Zeit- oder Raumverschiebungen gleich den Perioden der wiederholten Komponenten des Musters sind. Nach Engel, Dougherty & Jones (1973) hat die Retina die Funktion, Zeichen zu autokorrelieren, um sie in eine Form zu transformieren, in der die Informationswerte (der Organisation) betont sind (zit. nach Uttal 1975).*

Möglicherweise ist die Autokorrelationstheorie von Uttal (1975) *eine* Konkretisierungsform der allgemeinen theoretischen Annahmen von Gibson (1966).

Nach Gibson (1966) beruht Wahrnehmung nicht auf Empfindungen oder auf Abbildungen der Welt auf der Retina - wahrgenommen wird das Gemeinsame zwischen zwei Reizungen. Aufgrund der ständigen Bewegungen der Augen (Mikrotremor, Drift, Mikrosakkaden) entsteht keine Abbildung auf der Retina, sondern ein fortwährendes "Geflimmer". Grundlage der Wahrnehmung ist die gemeinsame Struktur *zwischen* den Reizungen, die durch die Konstanz der objektiven Welt möglich wird. Grundlage der Wahrnehmung sind also nicht Einzelempfindungen, sondern die Menge der *Lichtunterschiede* aus einer strukturierten Umweltsituation. Diese Lichtunterschiede erfahren durch die Bewegungen (Körper-, Kopf-, Augenbewegungen) des Betrachters (universelle) Transformationen. Wahrnehmung besteht nun darin, daß die Konstanten (Invarianzen) zwischen den sukzessiven Transformationen der Lichtunterschiede entnommen (extrahiert) werden.[1)]

Ein weiterer Beitrag zur Diskussion analoger Repräsentationen kann der Forschung zum "ikonischen Gedächtnis" entnommen werden.

Schulz (1981) hat zur Revision des Konzeptes vom "ikonischen Gedächtnis" beigetragen. Er nimmt statt der üblichen VIS-Konzeption (visueller Informationsspeicher) eine visuelle Verarbeitungsstufe an, auf der ein automatischer Prozeß abläuft; dieser Prozeß besteht in der Erstellung einer Repräsentation des proximalen Reizes auf der Basis einer Autokorrelationstransformierten der Hell-/Dunkelverteilung. Bei dieser automatischen (vom Reiz gesteuerten und nicht verhinderbaren) Transformation werden alle Periodizitäten des Reizmusters akzentuiert (im Sinne einer Gestalt). Als Basis für die Autokorrelationsbestimmung zieht Schulz (1981) gegeneinander verschobene Muster (z.B. durch Mikroaugenbewegungen) in Betracht.

---

1) Aus der Position Gibsons (1966, 1979) folgt freilich, daß man die Annahme von Repräsentationen vollständig verwerfen sollte. 'Direkte' Wahrnehmung ist ohne jede Art von Repräsentation möglich (Diskussion auf S. 331f.; Ullman 1980).

Die experimentellen Untersuchungen von Schulz (1981) haben ergeben, daß mit zunehmendem Intervall (nach Reizdarbietung) die Identitätsentscheidungen nicht beeinträchtigt werden, wohl aber die Positionszuordnungen zunehmend schwieriger werden. Das VIS läßt sich durch "Nachklingen" (einer verblassenden Datenbasis) oder durch Spuren, die der Weiterleitungsprozeß hinterläßt, definieren.

Die Befunde widersprechen einer "buchstäblichen" Konzeption des VIS. Die unbeachteten Teile der Reizgrundlage sind nur indirekt verfügbar (z.B. als Nachklingen der Datenbasis). Schulz (1981) unterscheidet zwischen dem VIS (als peripherem Speicher), der auch als 'Bild' bewußtseinsunzugänglich ist und sich als "Nachklingen" auffassen läßt und dem "Ikon", das das schon rekonstruierte Merkmal des Reizmusters enthält. Schulz (1981) gelangt zu der Schlußfolgerung:

"Das 'Bild', aus dem 'ausgelesen' wird, muß erst aufgebaut werden; es sind die Bausteine, die durcheinander geraten, wenn nicht rechtzeitig der organisierende Zugriff erfolgt; das Erbaute selbst ist stabil" (Schulz 1981, S. 48). Nach dieser Theorie ist es sinnvoll, zwischen Prozessen des "Einlesens" und solchen des "Auslesens" bei VIS zu unterscheiden. Beim "Einlesen" erfolgt die visuelle Verarbeitung globaler Merkmale schnell und die Verarbeitung der Feinstruktur langsam; dagegen geht bei der "Auslese" der phonologische Transfer in den KZS für visuelle Buchstabenpositionen schnell und mit hoher Verfallsrate vonstatten, während der Transfer in den visuellen KZS langsam und mit niedriger Interferenz erfolgt.

Aus der bisherigen Diskussion - speziell aus den Theorien Köhlers und Uttals - ist hervorgegangen, daß es nicht nur eine, sondern eine Vielzahl analoger Repräsentationen gibt. Die physiologisch wahrscheinlich einfachste analoge Repräsentation resultiert im visuellen Bereich aus den fortlaufenden Intensitätsveränderungen des einfallenden Lichtreizes, der die Impulsfrequenz der lichtempfindlichen Neuronen entsprechend der Leuchtdichte ändert.

Damit sind die strukturellen Aspekte analoger Repräsentationen im wesentlichen beschrieben. Es bleibt zu klären, welche Bedeutung und welche Funktionen analoge Repräsentationen für andere Verarbeitungsprozesse besitzen.

Eine wichtige Funktion analoger Repräsentationen besteht darin, daß komplexe relationale Informationen verfügbar werden.

Will man z.B. die Distanz zwischen Städten ermitteln und ob drei Städte sich auf gerader Linie zueinander befinden, so ist diese letztere Information in einer symbolischen Repräsentation nicht enthalten, es sei denn, sie wäre speziell vorher in die Datenbasis eingelesen worden. Die isomorphe Repräsentation einer Autokarte dagegen macht die Beantwortung der zusätzlichen Frage möglich (durch die physikalische Messung am Repräsentationsmedium), obwohl zur Zeit der Repräsentation die Notwendigkeit zur Beantwortung der Frage nicht antizipiert werden konnte (Fischler 1978).

Auch vom Gesichtspunkt der Ökonomie her ist es sehr umständlich - wenn nicht gar unmöglich - komplexe Bilder annähernd vollständig und differenziert mit Hilfe einer symbolischen (oder sprachlichen) Repräsentation darzustellen. Es entstehen schnell nahezu unüberschaubare Verhältnisse, wenn man versucht, jedes Objekt in bezug auf jedes andere rational zu beschreiben (Waltz 1979).[1)]

Die Notwendigkeit analoger Repräsentationen läßt sich auch aus gedächtnispsychologischen Erwägungen und Erkennungsexperimenten ("ein Bild ist Tausend Wörter wert") begründen:

"... it is unreasonable to expect to be able to adequately ... describe a perceptually continuous scene with a compact description *based on a* limited vocabulary *... can you ver-*

[1)] *Nach Waltz (1979) haben "bildhafte" Repräsentationen den Vorteil, Informationen in einem "chunk" kompakt zu speichern, wofür im sprachlichen Medium eine Unmasse von "chunks" notwendig wären.*

bally describe your face well enough to a stranger so that he could recognize you if he should ever accidentally and unexpectedly encounter you in person?" (Fischler 1978, S. 47).

Nach Hayes-Roth (1979) ist es wichtig, zwischen deskriptiven und räumlichen Repräsentationsformen zu unterscheiden (descriptive vs. depictive). Repräsentationsformen, die räumliche Relationen (auf)bewahren, erweisen sich z.B. zur Bewegungssteuerung als unbedingt notwendig. Repräsentationen von Szenen sollten Entfernungsrelationen, Farbe, Textur, Größe, Orientierung etc. enthalten - und zwar in inhärenter und *nicht* expliziter Form. Diese Repräsentationsformen sollten die Szene also *modellieren* statt sie als eine Liste von Behauptungen zu charakterisieren. Die Funktion internaler visueller Repräsentationen und Modelle besteht darin, eine konstante Anordnung von Objekten und Relationen mit einer wechselnden Anordnung sichtbarer visueller Orte in Beziehung zu setzen.

Fischler (1978) verweist darauf, daß ein Leistungsverlust entsteht, wenn eine symbolische (oder linguistische) Repräsentation erfolgt, bevor die Szene in isomorpher Weise repräsentiert ist. Die auf der Basis isomorpher Repräsentationen erfolgenden vielfältigen Interpretationsansätze für alle lokalen Positionen der Szene werden in simultaner Weise überprüft.

Damit wird eine weitere wesentliche Funktion analoger Repräsentationen sichtbar, nämlich die einer Integrationsbasis. Bei Allport (1979) hat die Datenbasis eine integrierende Funktion für eine Vielzahl simultan ablaufender "top-down"- und "bottom up"-Prozesse. Die Datenbasis integriert die kognitiven Repräsentationen höherer Ordnung, einschließlich der Kategorisierungen und Schemata unterschiedlicher Abstraktionsstufen.

Das Repräsentationsproblem hat in der Philosophie als Abbildtheorie eine lange Tradition. Nach Nieraad (1971) schwanken die theoretischen Positionen hier von einer äußerst starken Betonung der Abbildung - z.B. bei Demokrit, der annimmt, daß sich kontinuierlich von den Gegenständen unsichtbare Atomgruppen ablösen und als Bilder in die Seele eindringen - bis zu ihrer völligen Ablehnung bei Kant zugunsten der Erkenntnis. Bereits bei Aristoteles liegt jedoch ein integrativer Ansatz für diese scheinbar unvereinbaren Positionen vor. Danach besteht Erkenntnis nicht in der Wahrnehmung von gegenständlichen Abbildungen, sondern in der richtigen Verpflechtung von Bedeutungsinhalten nach Urteilsformen, die mit den Seinsformen übereinstimmen. Diese Art von Integration der Bedeutungsinhalte (abstrakte Repräsentationen) und Seinsformen (analoge Repräsentationen) hat Ähnlichkeit zu der Theorie Allport's (1979), wonach die Datenbasis die Integrationsgrundlage für kognitive Repräsentationen höherer Ordnung darstellt.

Die Theorie Allports (1979) liefert einen Lösungsansatz - der auch von anderen Autoren erkannt worden ist (Scheerer 1978a; Norman & Rumelhart 1975) - für die "analog-propositional"-Kontroverse (Anderson & Bower 1974; Kosslyn et al. 1978; Pylshyn[1)] 1973). Danach können propositionale und analoge Repräsentationen als zwei extreme Formen von Repräsentationen aufgefaßt werden, wobei beide ihren Stellenwert im Verarbeitungsprozeß haben und sich zur Lösung verschiedener Aufgaben unterschiedlich gut eignen (Norman & Rumelhart 1975). Scheerer nimmt an, daß "hinter" den "Abbildern" Repräsentationen abstrakter oder "propositionaler" Natur stehen. In Obereinstimmung damit vertritt Shanon (1979) bei der Diskussion von Repräsentationsproblemen die Ansicht, quasi-verbale Repräsentationen seien transparent, bildhafte dagegen undurchsichtig. Die undurchsichtigen Re-

---

[1)] *Pylyshyn (1981) faßt "analoge" Prozesse als "fest verdrahtet" auf, wobei die symbolischen Repräsentationen Ziele und Glaubensüberzeugungen in eine "physikalische" Form encodieren. Umgekehrt postuliert er elementare (fest verdrahtete) Operationen, die so arrangiert werden können, daß sie wissensabhängige Prozesse ausführen können. Analoge Repräsentationen seien "kognitiv durchdrungen".*

präsentationen können gewissermaßen auf der Folie der durchsichtigen erscheinen.

Eine neuere Auflage der analog-propositional Kontroverse wird im Zusammenhang mit der Arbeit von Kosslyn, Pinker, Smith & Schwartz (1979) angefochten.

Die Metaphern zwischen visueller Wahrnehmung und visueller Vorstellung, wie sie der "imagery"-Konzeption von Kosslyn et al. (1979) zugrundeliegen, sind äußerst gewagt. Es ist wenig sinnvoll, Repräsentationen und Prozesse der visuellen Wahrnehmung zur *Erklärung* der visuellen Vorstellungen heranzuziehen, wenn die Zusammenhänge zwischen diesen Repräsentationsformen nicht geklärt sind und wenn man sich auch gar nicht für Wahrnehmungsprozesse interessiert - wie dies bei Kosslyn et al. (1979) der Fall ist (vgl. Neisser 1979; Hayes-Roth 1979; Hinton (1979) arbeitet Unterschiede zwischen Wahrnehmung und Vorstellung heraus).

Waltz (1979) vertritt die Ansicht, daß "imagery" die "top-down"-Komponente der gewöhnlichen Wahrnehmung darstelle.

Eine ähnliche Oberlegung hatte bereits Neisser (1976) geäußert: Vorstellungen sind antizipatorische Phasen der Wahrnehmungsaktivität (ausgelöste Schemata). Vorstellungen wären demnach der innere Aspekt der Bereitschaft, das vorgestellte Objekt wahrzunehmen.

Zur Dichotomisierung von analogen und propositionalen Repräsentationen muß man ergänzend sagen, daß es möglich erscheint, den "analog"-Pol durch Erweiterung dessen, was Propositionen sein können, aufzulösen, wenn man Propositionen sehr elementarer Art wählt (Johnson-Laird 1979; Palmer 1975). Dieser Ansatz wird zwar der Tatsache gerecht, daß es niemals "unverarbeitete" und unkategorisierte Wahrnehmungen geben kann (Pylshyn 1973); es ist jedoch fraglich, ob diese Lösung eine Vereinfachung im Sinne einer Bereicherung oder einer Verarmung darstellt, denn auch wenn man Propositionen als strukturelle Beschreibungen innerhalb eines Kontinuums von Dimensionen auffaßt, wie dies bei Palmer (1975b) der Fall ist, so wird die bereits auf "niedrigen" Ebenen wirksame Begrenzung dadurch sichtbar, daß

über die *Art* der eingebrachten Dimensionen gewissermaßen "durch die Hintertür" die Kategorien höherer Ordnung bereits eingeführt werden.

Gewöhnlich werden analoge Repräsentationsformen im Kontext bestimmter experimenteller Paradigmata diskutiert. Hierzu gehören z.B. Untersuchungen zum "ikonischen Gedächtnis" (Neisser 1967; Sperling 1960) und zur "mentalen Rotation" (Cooper & Shepard 1973; Tilgner & Hauske 1980).

Im klassischen Wahlreaktionszeitexperiment deuten Untersuchungen zum "Wiederholungseffekt" (Kirby 1976; Remington 1969, 1971; Kornblum 1973) darauf hin, daß innerhalb kurzer Zeitspannen zwischen Reizereignissen so etwas wie ein ganzheitlicher Vergleich der Reize hinsichtlich ihrer Identität stattfinden kann (Smith et al. 1973; Rabitt et al. 1977; Eichelman 1970), der zum "Wiederholungseffekt" - also verkürzten Reaktionszeiten - auf wiederholte Reize hin führt. Würde man nicht so etwas wie analoge Repräsentationen annehmen, sondern lediglich das sich differenzierende Netz propositionaler (und sequentieller) Repräsentationen, so sollte man in den Ergebnissen der Experimente eher erwarten, daß die Reaktionszeiten bei maximaler Übereinstimmung der Reizereignisse am längsten sind, da die Identität einer großen Vielzahl relationaler Bestimmungen geprüft werden müßte.

Neben den wesentlichen Funktionen, die analoge Repräsentationen für die Integration und für die Bereitstellung relationaler Informationen besitzen, sind diese Repräsentationsformen notwendig, um die prinzipielle Aufnahme der unendlichen Vielfalt neuer Wahrnehmungsinhalte zu gewährleisten. Gäbe es lediglich eine begrenzte Zahl von Kategorien und Schemata, die der Wahrnehmung zur Verfügung ständen, so wäre eine wirklich neue Wahrnehmungserfahrung grundsätzlich ausgeschlossen.

Die Schwierigkeit, die sich bei der Diskussion analoger Repräsentationen ergibt, liegt *nicht* darin, sie nachzuweisen, sondern in dem Umstand, daß es sehr viele verschiedene For-

men analoger Repräsentationen gibt, die voneinander differenziert werden müssen.

Repräsentation von Rändern

Die bislang erörterten analogen Repräsentationen enthalten die größtmögliche Vielfalt und *Detailliertheit* an Umweltinformationen. In der Komputersimulationsforschung wird im Zusammenhang mit den Verteilungen von Lichtintensitäten, Farbwerten etc. meistens von Regionen (oder Bereichen) gesprochen.

Eine andere Repräsentationsform ist die von *Rändern* (oder Umrissen) dieser Regionen. Uhr (1978) weist darauf hin, daß manche Objekte klare und scharfe Ränder besitzen und daß die internen Bereiche in Farbe, Textur und Intensität variieren, während andere Objekte homogene Bildbereiche aufweisen, aber keine oder nur sehr nebelhafte Ränder haben. Deshalb müssen Wahrnehmungssysteme sowohl nach Bereichen (Regionen) als auch nach Rändern Ausschau halten.

In welcher Beziehung stehen nun die Bildregionen zu den Rändern dieser Regionen?[1)]

[1)] *Das Problem ist in der Psychologie früher als Relation zwischen Figur und Kontur formuliert worden. Kontur und Flächenfigur sind insofern eng miteinander verbunden, als man nicht das eine ohne das andere ändern kann; dennoch besitzen beide eine relative Unabhängigkeit, z.B. kann die Farbe der Fläche geändert werden, ohne daß sich die Kontur ändert (Rubin 1921). Nach Kopfermann (1930) ist die Kontur zwar notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung der Flächenausgrenzung und Figurbildung. Der Gesamteindruck einer Flächenfigur kann - so Rubin (1921) - bei kurzzeitiger Darbietung sehr wohl erfaßt werden, nicht jedoch der der Kontur; ist die Darbietungsdauer für eine Kontur zu kurz, so entsteht der Eindruck eines "Wirrwars". Rubin (1921) nimmt ein Primat der Flächenfigur gegenüber der Kon-*

Es ist naheliegend, zwischen Regionen und Rändern eine *komplementäre* Relation anzunehmen. Ränder wären demnach - als äußere Begrenzungen der Regionen - schematisierte analoge Repräsentationsformen, die als "Negativbild" der Formmerkmale der Regionen in Erscheinung treten würden.

Dieser Ansatz kann innerhalb der Komputersimulationsforschung anhand der Arbeit von Ehrich & Foith (1978) verdeutlicht werden. Es ist bereits erwähnt worden, daß im Komputerprogramm von Ehrich & Foith (1978) zeilen- oder reihenweise erstellte (eindimensionale) Intensitätsprofile zur Repräsentation der Datenstruktur (der visuellen Szene) verwendet werden. Im "Relations-Baum" sind die Gipfel des Intensitätsprofiles den jeweils größten Bild*regionen* zuzuordnen. Die größte Region, die die Szene ausfüllt, ist jeweils an der "Wurzel" jeder entsprechenden Baumstruktur repräsentiert. Wenn man die Baumstruktur hochwandert, gelangt man zu immer kleineren Regionen. (Das Problem in dieser Komputeranalyse besteht also darin, parallel zueinander verlaufende Baumstrukturen - aus den n-Zeilen - miteinander zu vergleichen und in einer Gesamtrepräsentation miteinander zu verbinden).

Ränder lassen sich jedoch zwingend aus diesen Intensitätsprofilen (gewissermaßen als erste Ableitung) ermitteln. Randdetektoren funktionieren bei Ehrich & Foith (1978) folgendermaßen: Aus dem Relationsbaum jedes Intensitäts-

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 288:

tur an, insofern als die Flächenfigur und deren Eigenschaften normalerweise im Erlebten vorherrschen (S. 146f.). Nach Metzger (1953) ist dagegen nicht die Fläche, sondern die Kontur für die Figurbildung konstitutiv. Rubin (1921) betont, daß das Wirken der Kontur "... nicht selbst erlebt wird, erlebt wird nur sein Resultat, nämlich, daß die Fläche als geformt oder als Figur hervortritt" (Rubin 1921, S. 105).

profils werden die Steigungselemente zwischen jedem Paar benachbarter Plateaus, Berge und Täler ermittelt. Wenn $p_1 = (x_1,y_1)$ und $p_2 = (x_2,y_2)$ die Endpunkte solch eines Steigungssegmentes in einem gegebenen Intensitätsprofil sind, dann wird eine Rangreihe erzeugt, die die Werte $|y_2 - y_1|$ für die Koordinate $x = x_1 + x_2/2$ enthält. Es können dann alle Randpunkte, die z.B. die Schwelle "40" überschreiten, in einem Komputerbild aufgetragen werden.

Auch physiologisch läßt sich die Komplementaritätsbeziehung von Regionen und Rändern recht gut begründen. Durch das Prinzip der lateralen Hemmung werden Erregungsunterschiede verstärkt. In diesem physiologischen Grundmechanismus könnte die wesentliche Grundlage für die Bildung von Umrissen (Konturen) liegen, denn dieser Mechanismus hat zur Folge, daß die Erregung aus dem Binnenbereich der Figur relativ zum Rand abgeschwächt ist und der unmittelbar an den Rand anschließende Bereich der Figurumgebung gegenüber dem übrigen Bereich der Umgebung ebenfalls herabgesetzt ist.

Nach dem Prinzip der Erregungssummation werden für das skotopische System (dunkeladaptiertes Auge, Netzhautperipherie) "... die sekundären Neuronen (...) von den primären (bzw. Rezeptoren) konvergierend aktiviert ..." (Trincker 1977, S. 679), so daß die Erregung an den Rändern des Reizereignisses kontinuierlich (über den Rand hinaus) abnimmt ("Irradiation"). Dieses Schaltprinzip erbringt grundsätzlich andere Resultate als das Prinzip der lateralen Hemmung (photopisches System, helladaptiertes Auge, Fovea centralis), bei dem die Ränder verstärkt und der Figurinnenbereich und -außenbereich herabgesetzt werden.

Die Beobachtung, daß beim dunkeladaptierten Auge die Konturen der Figuren verschwinden unterstützt die Theorie, daß Konturen durch das Prinzip der lateralen Hemmung zustande kommen.

So wesentlich die beschriebene Komplementaritätsbeziehung von Rändern und Regionen auch sein mag, es gibt eine Reihe von Problemen, die damit nicht gelöst werden können.

Viele Wahrnehmungsgegenstände (z.B. Wolken) können nicht ohne weiteres durch Ränder begrenzt werden. Außerdem gibt es unterschiedliche *Typen* von Rändern entsprechend den zugrundeliegenden Intensitätsverteilungen.[1)] Herskowitz & Binford (1970) haben drei typische Beispiele für Ränder in Intensitätsprofilen gefunden: "Stufen, Wölbungen und spitz-(dach)förmige Ränder".

Obwohl die Ränder in der visuellen Szene meistens scharf und deutlich sichtbar sind, weist die Topologie der Intensitätsanordnungen gewisse Unregelmäßigkeiten auf, die es schwierig machen, Ränder bereits auf frühen Stufen zu bestimmen. Ränder sind häufig nicht durch Stufenfunktionen, sondern durch leichte oder kontinuierliche Intensitätsveränderungen gekennzeichnet. Sie sind als Funktion der Beleuchtungsstärken, Schattierungen, Oberflächeneigenschaften etc. in unterschiedlichen Stärken verteilt.

Eine Teillösung dieser Probleme kann offensichtlich dadurch erzielt werden, daß die Prozesse der Regionen- und Grenzbildung parallel zueinander ausgeführt werden (Uhr 1978, Hanson & Riseman 1978) und daß schließlich in einer kombinierten Analyse Rand- und Regioninformationen integriert werden, um reliablere Segmentierungen zu erhalten. Die einfachste Möglichkeit besteht hierbei darin, die Überschneidungen aller Grenz- und Regionresultate zu selegieren (Hanson & Riseman 1978).[2)]

[1)] *Metzger (1975) weist auf den Unterschied zwischen Grenzen und Konturen hin; Grenzen (z.B. zwischen anschaulich gegliederten* einfarbigen *Flächen) können auch an Stellen existieren, wo keine Konturen vorhanden sind.*

[2)] *Die Probleme werden jedoch nur unvollständig gelöst, wenn man das Vorhandensein von Grenzen mithilfe der Annahme einheitlicher Reflexion an verschiedenen Grenzpunkten (Konsistenz) testet (Barrow & Tenenbaum 1978; Shirai 1978).*

Eine andere Teillösung besteht darin, die Ränder- und Regionenanalyse interaktiv ablaufen zu lassen, so daß das Ergebnis der Ränderanalyse den Prozeß der Regionenbildung beeinflußt und umgekehrt. Alle diese Teillösungen können jedoch das Problem der Bildung von Rändern nicht befriedigend klären.

Bei der Ränderbildung auf rein lokalem Niveau - wie es z. B. das Prinzip der lateralen Hemmung nahelegt - stellt sich auch das generelle Problem, welche der vielen auftretenden Intensitätsveränderungen denn nun als Rand zu werten sind. Auf den strukturell niedrigen Ebenen lassen sich immer Beispiele finden, die eine eindeutige und korrekte Segmentierung nicht zulassen, daher können viele Entscheidungen hinsichtlich des Vorhandenseins von Grenzen nicht auf lokalem Niveau getroffen werden; es müssen "von oben nach unten" einlaufende Kontextinformationen mit in die Entscheidung einbezogen werden.

An diesem Punkt stellt sich die Frage, um welche Art von Kontextinformationen es sich dabei handelt. Man könnte hierbei leicht an das Zusammenschließen kleiner, lokaler Ränder zu größeren Randsegmenten und/oder an die "Bedeutung" der Gesamtszene (oder die von Einzelobjekten) denken. Diese Art von Kontextinformationen ist sicherlich auch beim Grenzbildungsprozeß beteiligt, aber nicht an erster Stelle.

Neben dem oben beschriebenen Komplementaritätsprinzip besitzen *"Verarbeitungspyramiden"* (processing cones) einen zentralen Stellenwert bei der Repräsentation von Rändern und Regionen. Tanimoto (1978) beschreibt die grundsätzliche Beschaffenheit von "Verarbeitungspyramiden" folgendermaßen:

"The initial layer consists of an array of processors that are fed the light intensity ... data. Each processor sees one local region of the image so that the entire image is covered. Successive layers of cone contain arrays of processors that 'see' the output of the layer directly below ... The arrays get smaller as the layers get higher, so that eventually there is an apex of a single processor at which the entire cone converges. Uhr suggested that each processor be capable of performing not only preprocessing operations, but also 'characterizing' operations such as assigning a symbol to a location in the image, to represent a local interpretation" (Tanimoto 1978, S. 166).

Das *Konvergenzprinzip* führt ähnlich wie die unterschiedliche Rezeptordichte in fovealen und peripheren Bereichen zu unterschiedlicher Auflösungsstärke für die Bildobjekte. Diese unterschiedliche Auflösungsstärke (je weiter oben in der Pyramide bzw. je weiter peripher, um so geringer die Auflösungsstärke) ist jedoch nicht nur unter dem Gesichtspunkt der Leistungseinbuße interessant; sondern sie besitzt für den Wahrnehmungsprozeß eine wichtige Funktion.

Hanson & Riseman (1978) demonstrieren diesen Sachverhalt anhand eines Baumes, der aus fünf unterschiedlichen Entfernungen aufgenommen worden ist. Aufgrund der veränderten Auflösungsstärke können jeweils immer ganz unterschiedliche Arten von Informationen extrahiert werden. Außerdem verändert sich mit zunehmender Auflösungsstärke die Funktion für die Figur-Grund-Trennung.

Im Programm von Hanson & Riseman (1978) ist eine "Verarbeitungspyramide" hierarchisch in Schichten abnehmender räumlicher Auflösung organisiert. Die "Verarbeitungspyramide" stellt eine Struktur dar, mit deren Hilfe Informationen auf höheren Ebenen (geringerer Auflösung) die detailliertere Verarbeitung auf niedrigeren Ebenen (größerer Auflösung) steuern können.

"The processing cone can be thought of as a simulation of hierarchically organized parallel arrays of microcomputers ..., where each microcomputer, at a given level, has access to a window of data in a set of planes at the level below it" (Hanson & Riseman 1978, S. 131).

Innerhalb der Pyramide werden drei Verarbeitungstypen möglich: Reduktion der Information beim Aufwärtssteigen der Stufen der Pyramide, ein Wiederholungsprozeß ermöglicht die Datenanalyse oder -transformation und ein Projektionsprozeß schafft die Möglichkeit, daß Informationen auf den oberen Schichten die Verarbeitung auf den unteren beeinflußt.

Innerhalb dieses Systems hat die Grenzanalyse nun folgende Beschaffenheit: Intensitätsänderungen (prinzipiell jedoch auch lokale Diskontinuitäten von Farbe, Textur etc.) werden in einem lokalen Ausschnitt (z.B. einer 3 × 3 Anordnung) entdeckt. Neben der Größe der Intensitätsänderung wird die Orientierung der Ränder (in 45° Abschnitten) ermittelt. Damit ist die Position der Ränder aber immer noch unbestimmt. Die exakte Lokalisation der Ränder wird erst nach einer globaleren Grenzbildung vieler Ränder festgestellt. Die Autoren deuten kurz das Problem an, daß die *Ausschnittgröße*, in der ein Rand gesucht wird, sehr unterschiedlich groß sein kann. Dieser Sachverhalt hat zu Modellen geführt, in denen eine hierarchische Anordnung zunehmend größer werdender Ausschnitte gebraucht wird (Marr 1975).

Das Modell von Hanson & Riseman (1978) sieht vor, daß stärkere oder schwächere Grenzen - je nach Bedarf - durch die Variation einer "Grenzsensitivitätskontrolle" selegiert werden.

Bei der Ermittlung von Rändern über "Verarbeitungspyramiden" stellt sich das Problem der Wahl des "richtigen" Auflösungsniveaus. Dieses Problem wird dadurch gelöst, daß ei-

ne hierarchische Zerlegung des Bildes - beginnend mit einem sehr groben Auflösungsniveau - vorgenommen wird. Dann wird die übergeordnete, gröbere Ebene verfeinert und mit Details angereichert; diese Verfeinerung einer untergeordneten Ebene durch eine übergeordnete Planungsebene wird so lange fortgesetzt, bis das Bildmaterial nicht mehr feiner auflösbar ist - also keine neue Detailinformation mehr liefert. Neben dieser rein physikalisch nicht unterschreitbaren Grenze des Auflösungsniveaus für ein gegebenes Bild kann das richtige Auflösungsniveau jedoch auch durch Interpretationssysteme höherer Ordnung selegiert werden, z.B. durch die Rückmeldung aus gelungener oder mißlungener Objektverifikation.

In sehr ähnlicher Weise ist die Verarbeitungspyramide zur Festlegung von Rändern bei Tanimoto (1978) beschaffen:

Ein Bild wird in Anlehnung an das Programm von Warnock (1969) zerlegt. Warnock hat ein Verarbeitungssystem gefunden, bei dem jedes Quadrat (der zweidimensionalen Bildfläche), das Grenzen von Objekten enthält, solange in vier kleine Quadrate zerlegt wird, bis die Quadrate jeweils nur aus homogenen Flächen bestehen. Wenn eins der Quadrate die Bedingung der Uniformität erfüllt und mit den angrenzenden Quadraten, die ebenfalls Helligkeitsuniformität aufweisen verschmolzen werden kann, wird hier ein gröberes Auflösungsniveau gewählt. Die meisten der verbleibenden Blöcke erfüllen diese Bedingung nicht und müssen weiter aufgespaltet werden. Bei dieser Technik variiert also die Auflösungsstärke für unterschiedliche Bildteile.

Im Programm von Levine (1978) besteht der Effekt beim Fortschreiten auf höhere Stufen der Pyramide darin, daß die Ränder auf jedem nächst höheren Niveau dicker werden, bis auf einer bestimmten Ebene in der Pyramide die gesamte Anordnung als Rand klassifiziert wird. Gebiete des Bildes, die am weitesten weg von den Rändern sind, werden auf höheren Stufen der Pyramide als Ränder klassifiziert. Auf dem niedrigsten Niveau - dem des Originalbildes - werden alle

Randpunkte mit den bestehenden Regionen verschmolzen.

Damit ist die zentrale Bedeutung des Komplementaritäts- und des Konvergenzprinzips für die Analyse von Rändern umrissen.

Abschließend muß jedoch noch ein Aspekt der Komplementarität von Rändern und Regionen diskutiert werden. Man könnte aufgrund des Komplementaritätsprinzips geneigt sein, eine gleichgeordnete Beziehung zwischen Regionen und Rändern anzunehmen. Tatsächlich scheint es jedoch eine gewisse Vorrangstellung von Regionen gegenüber Rändern zu geben. Marr (1978) schreibt in diesem Zusammenhang:

".. there seems to be a clear need for being able to do early visual processing roughly and fast as well as more slowly and accurately, which means having ways of handling rough descriptions of regions - ways of characterizing their approximate extent and shape - before *characterizing their precise boundaries" (Marr 1978, S. 65).*

Die Vorrangstellung von Regionen gegenüber Rändern kann man mit der Priorität "globaler" Analyse gegenüber "Detailverarbeitung" in Beziehung setzen. Der Begriff "globale Analyse" kann hier jedoch zweierlei bedeuten: 1. In dem bislang beschriebenen System der Verarbeitungspyramiden für Regionen und Ränder kann die Priorität globaler Verarbeitung das "Durchwandern" der Pyramide von der Spitze aus in Richtung zur Basis hin bezeichnen. Hieraus würde sich keine spezifische Vorrangstellung von Regionen gegenüber Rändern ergeben, denn das Konvergenzprinzip gilt in gleicher Weise für Ränder und Regionen. 2. "Globale Verarbeitung" kann jedoch auch besagen, daß das skotopische System (Netzhautperipherie, "Irradiation", Konturenschwäche und Dominanz der Fläche) kürzere Leitungszeiten im Verarbeitungsprozeß besitzt als das photopische System (Fovea

centralis, starke Konturen aufgrund lateraler Hemmung). In diesem zweiten Sinne wäre eine Vorrangstellung von Regionen gegenüber Rändern begründbar. Auf diesen zweiten Punkt wird im Zusammenhang mit der "global-lokal"-Kontroverse genauer eingegangen (s. S. 347ff.).

Aus Punkt zwei folgt jedoch auch, daß die Relation von Rändern und Regionen zueinander in Abhängigkeit von der Netzhautperipherie oder dem Netzhautzentrum sehr unterschiedlich beschaffen sein sollte.

Nach Graefe (1957, 1964) findet sich bei peripherer Wahrnehmung eine geringere Abgrenzung der Figur vom Grund, die Außenkontur wird durchlässiger und verschwommener. Eigenschaften peripherer Figuren sind an die Fläche und nicht an die Kontur gebunden. Eigenschaften der Kontur gehen verloren und solche der Fläche werden dominant. Der Konturverlauf ist in der peripheren Wahrnehmung von den Flächeneigenschaften der Figur abhängig.

Abnehmende Auflösungsstärke führt zur Vereinfachung der Gesamtfigur (bei gleichzeitiger Schwächung der Kontur). In der peripheren Wahrnehmung können weniger gewichtige Figuren ganz fortfallen. Das Fortfallen ungewichtiger Figurteile läßt sich auch als größtmögliche Verschärfung der Gewichtsunterschiede auffassen. Das weniger gewichtige verliert ganz an Gewicht (Graefe 1957). Ungewichtige Figurteile werden zum Hauptteil der Figur hingezogen.

"Eine durchgängige Vergröberung des Eigenschaftsreliefs peripher wahrgenommener Figuren scheint zugleich Zusammenhang, Ordnung und Zentrierung dieser Figuren zu bestimmen. Die Qualitäten werden vermindert und die bestehen bleibenden gleichzeitig verschärft" (Graefe 1957, S. 135).

In der peripheren Wahrnehmung verändert sich die Figurflä-

che in Richtung auf geballte, massige Teile (Konzentration) einerseits und gerichtete, erstreckte Teile (Tendenz zum Verlauf) andererseits. Im Extrembereich der peripheren Wahrnehmung überwiegt jedoch die Ballungstendenz.

In der peripheren Wahrnehmung verschwinden tendentiell die Figurinnenteile und -flächen; es entsteht eine einheitliche Fläche. Ränder und Ecken werden verwischt; die Figurform wird tendentiell kreisförmig.

Graefe (1964) diskutiert im Zusammenhang mit diesen Ergebnissen einen Erklärungsansatz von Day (1957), wonach die große Konvergenz in der Netzhautperipherie zu einer abgeflachten und ausgebreiteten Erregungsverteilung führe und die Klarheit einer Kontur auf der Steilheit des Erregungsgradienten beruhe.

Die Verhältnisse sind jedoch noch verwickelter, da die Relationen von Rändern und Regionen im Obergangsbereich zwischen zentraler und peripherer Wahrnehmung nicht mit Hilfe der Annahme einer "einfachen Progression" aufgefaßt werden können:

*"Man findet eine Komplizierung des Figurumrisses einmal gegenüber der einfachen spannungslosen Rundung im Extrem der Konturenschwächung, zum anderen aber auch gegenüber der prägnanteren Ausbildung bei ungeschwächter Kontur: Die Kontur verläuft weniger gradlinig, weniger zügig und weniger in Übereinstimmung mit den Hauptraumrichtungen als in zentraler Wahrnehmung. - Hinsichtlich der Ausbildung einzelner Formmerkmale der Figur*fläche *ergibt sich ebenfalls im Übergangsbereich keine einfache Progression: Ecken der Figur bei ungeschwächter Kontur fehlen im Extrembereich der Konturenschwächung, treten aber nun im Übergangsbereich nicht mit allmählich zunehmender Eindringlichkeit auf, sondern sind hier vielfach gerade stärker ausgebildet als im Extrembereich der ungeschwächten Kontur. Erstreckte Figurteile fehlen im Extrembereich der Konturenschwächung, im Übergangsbereich treten sie jedoch nachdrücklich erstreckt auf als im anderen Extrem der ungeschwächten Konturenbil-*

dung ...; geballte Figurteile sind im Übergangsbereich nachdrücklicher zentriert als in den beiden Extremberei-chen" (Graefe 1964, S. 302).

In der bisherigen Darstellung hat sich das Konvergenzprinzip (das Prinzip der Verarbeitungspyramiden) als besonders bedeutsam für die Repräsentation von Rändern und Regionen erwiesen. Häufig wird jedoch im gleichen Zusammenhang die *Ortsfrequenzhypothese* diskutiert.

Nach Campbell (1977) beruhen "grobe Formbeschreibungen" auf der Fähigkeit zur Oberprüfung niedriger Raumfrequenzen. Damit stellt sich die Frage, ob die Ortsfrequenzhypothese (Breitmeyer 1975) den Prozeß der Region- und Ränderbildung besser darzustellen vermag als die oben beschriebenen "Verarbeitungspyramiden". Nach der Ortsfrequenzhypothese ist das Hochfrequenzsystem für die Detailanalyse zuständig, während das Niederfrequenzsystem die Globalanalyse steuert. Das Niederfrequenzsystem führt zur groben Aussonderung der großen Regionen, während das hierarchisch nachgeordnete Hochfrequenzsystem die Detailanalyse innerhalb dieser Regionen gestattet.

Die Annahme von verschiedenen Typen visueller Rezeptoren mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten für "räumliche Frequenzen" ist zunächst einmal spekulativ. Nach dieser Annahme "Receptors of this kind would differ in the size of the spacing separating the stimulated regions ..." (Broadbent 1977, S. 115) hätte das Ortsfrequenzsystem für niedrige und hohe Frequenzen die gleiche Funktion wie die Konvergenz der Projektionsfelder von retinalen bis zu kortikalen Niveaus innerhalb der Verarbeitungspyramide (s.S. 13): Bei zunehmendem Fortschreiten auf Projektionsfelder höherer Ordnung nimmt die räumliche Auflösungsstärke ab, da die Reizinformation eines großen Feldes auf ein kleines Feld

übertragen werden muß.

Das Projektionsfeld der Netzhaut mit seiner Anordnung von etwa 125 Millionen Rezeptoren konvergiert auf Projektionsfelder höherer Ordnung mit ca. 1 Million Neuronen. Eine Ganglienzelle ist normalerweise mit mehreren Bipolarzellen und eine Bipolarzelle mit mehreren Rezeptorzellen (Zapfen, Stäbchen) verbunden, so daß es zu einer Signalkonvergenz kommt. Je weiter man zur Netzhautperipherie hin gelangt, um so stärker ist die Konvergenz. Die lateralen Fortsätze von Horizontalzellen und Amakrinen sind für laterale inhibitorische Signale zuständig.

"Örtliche und zeitliche Gradienten (...) des dem Netzhautbild entsprechenden Erregungs-Hemmungs-Verteilungsmusters werden von Station zu Station der Sehbahn steiler. *Diese schrittweise Kontrastanhebung bewirkt zunehmende* Konturenschärfe *des Bildsehens" (Trincker 1977, S. 745-746).*

Die Annahme von Verarbeitungspyramiden hat also gegenüber der Ortsfrequenzhypothese den Vorteil, nachgewiesene physiologische Korrelate zu besitzen.[1)]

[1)] *In der neueren Forschung zur Komputersimulation der Bildwahrnehmung gewinnt die Theorie der rezeptiven Felder an Bedeutung: "Following the clues available from neurophysiology (Hubel & Wiesel 1962), intensity changes are represented by blobs and by oriented elements that specify a position, a contrast, a spatial extent associated with the intensity change, a weak characterization of the type of intensity change involved, and a specification of points at which intensity changes cease (...)" (Marr 1978, S. 62). Das rezeptive Feld ist als der retinale Bereich definiert, der auf sekundäre, tertiäre etc. (bis zum Kortex) Neurone konvergiert. Minimale rezeptive Felder finden sich in der Fovea centralis, während die rezeptiven Felder in der Netzhautperipherie - aufgrund der starken Konvergenz - sehr großflächig sind. Rezeptive Felder bestehen häufig aus einem Zentrum und einer ringförmigen Zone. Zentrum und Außenbereich sind gegensätzlich verschaltet.*
"... die 'Aus-Zentrum-Neurone' im Geniculatum zeigen ... noch höhere Grade der Kontrastverstärkung *..." (Trincker 1977, S. 745) als die retinalen Ganglienzellen.*

Es bleibt jedoch als Verdienst der Ortsfrequenzhypothese festzuhalten, daß die zeitliche Vorrangstellung des Niederfrequenzsystems (Globalanalyse) vor dem Hochfrequenzsystem (Detailanalyse) deutlich herausgearbeitet worden ist (Henning, Hertz & Broadbent 1975). Für das Konzept der Verarbeitungspyramiden bedeutet diese zeitliche Vorrangstellung, daß die Pyramide von der Spitze ausgehend in Richtung Basis durchgearbeitet wird. Wie Neumann (1980) ausgeführt hat, widerspricht diese funktionale Hierarchie keineswegs den strukturellen physiologischen Voraussetzungen.

B. Abstraktere Formen der Repräsentation: Schemata und Kategorien

Abstraktere Repräsentationsformen als die von Rändern und Regionen erweisen sich u.a. bei der Interpretation und Steuerung von Wahrnehmungsprozessen als bedeutsam. Mit Hilfe des erlernten Weltwissens wird die augenblickliche Wahrnehmungssituation mit Ereignissen aus der Vergangenheit und der Zukunft in Beziehung gesetzt. Wahrnehmung läßt sich nach Neisser (1976) immer als die Interaktion von bestimmten Objekten oder Ereignissen und allgemeineren Schemata auffassen.

Schemata und Wissensstrukturen entwickeln sich mit zunehmender Erfahrung. Die Informationsaufnahme ist zunächst sehr grob; erst mit zunehmendem Wahrnehmungslernen werden immer subtilere Aspekte der Umwelt aufgenommen. Im Laufe der Entwicklung werden enorme Wissensquellen über die Struktur und Funktion von Dingen und Ereignissen der Welt verfügbar. Für diesen Entwicklungsprozeß ist das Zusammen-

spiel von Assimilation und Akkomodation von entscheidender Bedeutung (Piaget 1952). Nach Reddy (1978) liegt auch das zentrale Problem des Komputersehens in der Repräsentation und Verwendung von verfügbaren Wissensquellen bei der Interpretation von Bildern. Es gibt verschiedene Alternativen für die Wissensrepräsentation, z.B. Netzwerke, "frames" und Produktionsregeln.

Zunächst soll die Frage nach der strukturellen Beschaffenheit dieser abstrakten Repräsentationsformen (beginnend mit Schemata) bei der Wahrnehmung komplexer Bilder erörtert werden. Das Schema wird häufig als kompaktes Informationspaket, als "building block of cognition" (Rumelhart 1980), als Akkumulator für Erfahrungen und als Funktionseinheit zur Steuerung von Handlungs- und Wahrnehmungsprozessen aufgefaßt.

Im Komputerprogramm von Hanson & Riseman (1978) werden Schemata sowohl zur Repräsentation von Objekten als auch von Szenen benutzt. D.h. ein Objekt kann in einem Schema enthalten sein, es kann aber auch selber ein Schema sein. Ein Schema enthält drei Arten von Informationen: a) die Einzelteile, die zu einem Schema gehören (auf unterschiedlichen Ebenen bis hinab zum feinsten Auflösungsniveau), b) die räumlichen Relationen der Teile zueinander und c) grobe Schätzungen der bedingten Wahrscheinlichkeiten zwischen dem Vorhandensein des Schemas und dem Vorhandensein jedes Teiles.

Es erscheint den Autoren sinnvoll, räumliche Relationen zwischen Oberflächen, Körpern und Objekten zu einem "Informationspaket" als Standarddatenstruktur zu speichern. Diese organisierte Sammlung von Informationen, die um eine stereotypisierte Szene, ein Ereignis oder ein Objekt herum gruppiert sind, nennen Hanson & Riseman (1978) Schema.

Bei Levine (1978) wird das spezielle Weltmodell durch Objektrelationen repräsentiert. Allgemeines Wissen über Objekte ist in Systemrelationen enthalten, z.B. in der Angabe von Objekt-Attribut Relationen und Objekt-Form Relationen. Topologische Information wird durch einen Typ von Relationen geliefert, bei dem jeweils 2 Objekte hinsichtlich ihrer räumlichen Nachbarschaft skaliert werden. Es können auch komplexere Relationen, z.B. "senkrecht" oder "enthalten in" oder "darüber" aufgenommen werden. Ein Komplexitätsindex für Objekte gibt die Häufigkeit an, mit der ein Objektteil in einem Objekt enthalten sein kann.

In Minsky's "frame"-System findet insbesondere die hierarchische Gliederung von Schemata Beachtung. Ein "frame" ist als Modell des "Wissens" über die Beschaffenheit der visuellen Welt in "subframes" gegliedert. "Frames" enthalten Leerstellen, die durch Umweltinformationen ausgefüllt oder durch "subframes" besetzt sein können. "Subframes" unterscheiden sich von "frames" lediglich hinsichtlich der Größe des Repräsentationsausschnittes. Sie können wiederum Leerstellen für Daten oder "subframes" geringerer Korngröße enthalten.

Minsky (1975) beschreibt diese Verhältnisse folgendermaßen:

"We can think of a frame as a network of nodes and relations. The 'top levels' of a frame are fixed, and represent things that are always true about the supposed situation. The lower levels have many terminals *- 'slots' that must be filled by specific instances or data. Each terminal can specify conditions its assignments must meet. (The assignments themselves are usually small 'subframes'.) Simple conditions are specified by markers that might require a terminal assignment to be a person, an object of sufficient value, or a pointer to a sub-frame of a certain type. More complex conditions can specify relations among the things assigned to several terminals" (Minsky 1975, S. 212).*

Aufeinander bezogene "frames" sind innerhalb eines "frame systems" miteinander verknüpft.

"For visual scene analysis, the different frames of system describe the scene from different viewpoints, and the transformations between one frame and another represent the effects of moving from place to place" (Minsky 1975, S. 212).

Sobald ein "frame" zur Repräsentation der Situation vorgeschlagen wird, findet ein "matching" der durch die Datenstruktur besetzten "terminals" der "frames" statt. Dieser "matching"-Prozeß wird teilweise durch die Aufgabenziele und teilweise durch die mit dem "frame" gespeicherte Information gesteuert.

Eine hierarchische Struktur von Schemata - mit kleineren Einheiten auf niedrigeren Verarbeitungsebenen und größeren Einheiten auf höheren - wird auch von Hanson & Riseman (1978) angenommen:

"Schemas provide the ability to hierarchically group subsets of items by defining their parts in a recursive fashion until each tip node is defined by an object class node which is not decomposed further" (Hanson & Riseman 1978, S. 321).

Die weitere Funktion, die Schemata übernehmen besteht darin, Informationen zur Bildung von Körper-Oberflächenbeschreibungen der im Bilde dargestellten Welt zu liefern. Um diese Funktion erfüllen zu können, müssen im Langzeitgedächtnis Körper-/Oberflächen-Repräsentationen *typischer* Objekte und Szenen gespeichert sein.

"If a particular view of a prototypical house is assumed, then a stored 3 D representation allows potentially complex relationships between a set of regions representing window, door, roof, etc. in the 2 D image to be inferred. In general, a 3 D shape representation of an object or scene can provide n-ary relationships between entities at all the lower levels of objects, volumes, surfaces, regions, segments, and vertices" (Hanson & Riseman 1978, S. 322).

Im Schema muß die Wichtigkeit (oder Wahrscheinlichkeit) von Objekten (Objektteilen, etc.) für das entsprechende Fallbeispiel spezifiziert sein. Die Autoren weisen darauf hin, daß die Probleme der genauen Ermittlung dieser Gewichtungen (Wahrscheinlichkeiten) evtl. dadurch gelöst werden können, daß genetische Aspekte (und Erfahrungsgesichtspunkte) berücksichtigt werden.

Im Modell von Hanson & Riseman (1978) werden Schemata gewählt, die eine relativ kleine Zahl von Konzepten organisieren. Die *Trennung* von Schemata wird einer Vermischung vorgezogen, z.B. sollten die Schemata der Straßen- und Hausszene nicht vermengt werden, weil ansonsten die Vorhersagekraft (über die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins von Objekten) und die räumliche Strukturierungsfähigkeit der Schemata verloren geht.

Eines der zentralsten Probleme der Komputeranalyse von Bildern und der Informationsverarbeitung im allgemeinen besteht darin, die abstrakteren Repräsentationsformen (Schemata) mit der Datenbasis in Kontakt zu bringen. Häufig wird dieses Problem über die vermittelnde Funktion, die das "Kurzzeitgedächtnis" für die Datenbasis und das "Langzeitgedächtnis" besitzt, gelöst.

Die Annahmen, daß Schemata über die Datenstrukturen projiziert werden (bzw. umgekehrt) und die Annahme, daß Daten in die "Leerstellen" von Schemata eingesetzt werden, scheinen in absolutem Gegensatz zueinander zu stehen. Es ist jedoch möglich, daß beide Annahmen den gleichen Sachverhalt zum Ausdruck bringen, wenn man nämlich ein simultanes Verhältnis zwischen den hierarchisch geordneten (Abstraktions-) Ebenen annimmt, wobei jede Ebene ihre Selbständigkeit jedoch bewahrt. In einem Beispiel könnte man sich diesen Sachverhalt mit einer Folie (abstraktes Schema) veranschaulichen,

die über ein detailliertes Bild (Datenstruktur) gelegt wäre. Damit wäre auch verständlich, warum einerseits die Daten an den "Leerstellen" das Schema *ausfüllen* und andererseits das momentan sichtbare Bild durch das Schema *ergänzt und mit zusätzlichem Wissen angereichert wird.*[1)]

Schemata sind *prototypische* Situationen (z.B. die Situation "Kaufen") die Variablen enthalten, welche durch konkrete Umweltsituationen "ausgefüllt" werden können. Rumelhart (1980) vergleicht Schemata mit Spielen. Wir besitzen Wissen über die möglichen Werte (Bedingungen, Variationsspielraum) der Variablen (variable constraints); aufgrund dessen werden die richtige Identifikation der verschiedenen Aspekte der Situation innerhalb des Schemas und Schlußfolgerungen über nicht beobachtete Aspekte der Situation möglich.

Diese Beschreibung ist aber immer noch relativ statisch. Schemata enthalten jedoch auch Wissen über Handlungsmöglichkeiten (einschließlich Wahrnehmungsaktivitäten wie Exploration) mit bestimmten Objekten, Situationen und Ereignissen. Schemata gewährleisten also die *dynamische* Anwendung von Wissensstrukturen auf Datenstrukturen.[2)]

[1)] *Hogrebe (1971) schreibt über den Bildbegriff bei Kant: "B. (Bild, G.R.) ist die vermittels des Schemas in den Begriff gefaßte sinnliche Wahrnehmung als Vermittlung von Sinnlichkeit und Verstand" (Hogrebe 1971, S. 916). Die Kategorien werden auf das Material der sinnlichen Wahrnehmung angewandt.*

[2)] *Neisser (1976) beginnt sein Kapitel über Schemata mit dem Beispiel eines Bildhauers, der eine grobe Idee seiner zukünftigen Statue hat und einen unbearbeiteten Steinblock. Die Handlungen und die wahrgenommenen Konsequenzen der Handlungen führen zu präziseren Ideen (Handlungsplänen) und die wiederum zu neuen Handlungen und Wahrnehmungen der Handlungskonsequenzen etc. bis zur endgültigen Fertigstellung der Skulptur. Der Wahrnehmung liegen nach Neisser (1976) ebenfalls zyklische Prozesse mit kontinuierlicher Modifikation von Schemata zugrunde.*

Im Komputerprogramm von Levine (1978) ist das "Langzeitgedächtnis" ein relationales Modell, das relevante Informationen über die visuelle Welt speichert. Jede "subworld" kann Teile dieses Gedächtnisses bilden (z.B. Naturszenen, Büroszenen, Küchenobjekte). Die Datenbasis kann "über" die spezielle "subworld" projiziert werden, damit alle relevanten Informationen extrahiert werden können. Dabei wird für jede Bildklasse eine andere "subworld" relevant. Mit jedem Objekt im Langzeitgedächtnis ist eine Handlung (oder eine Gruppe von Handlungen) verknüpft, die unter bestimmten Bedingungen abgerufen werden. Diese Bedingungen gründen auf dem augenblicklich aktivierten Kurzzeitgedächtniszustand. Levine (1978) beschreibt die Interaktion von Kurzzeit- und Langzeitgedächtnis folgendermaßen:

"A temporary buffer or short term memory (STM) acts as a depository of data from various sources. In its role as a communication channel between these sources it is dynamically changing and being updated to represent the best current explanations of each region in the input picture data. This process is controlled by the actions which are stored in the LTM and constitutes the picture interpretation strategy (...)" (Levine 1978,

Das Kurzzeitgedächtnis enthält eine Liste von Regionen und deren Interpretationen. Die Regionen werden sequentiell verglichen. Das "matching" kann dazu führen, daß die Daten des Kurzzeitgedächtnisses neu geordnet werden. Informationen, die diese Prozesse steuern, sind im Langzeitgedächtnis gespeichert, das eine Explizit-Action-Relation enthält. Diese Relation liefert Hinweispfeile für jedes Objekt zu entsprechenden Aktionen und Plänen. Jede Aktion kann eine Operation im Kurzzeitgedächtnis, eine Testprozedur oder ein "feedback" zu niedrigeren Verarbeitungsstufen sein.

Ein Plan repräsentiert Informationen über ein bestimmtes Bild und wie es analysiert werden sollte. Lernmechanismen können in das System eingebaut werden, wenn das System seine eigenen Pläne aufgrund von vorausgegangener Erfahrung zu konstruieren lernt.

Das Kurzzeitgedächtnis enthält Bildpunktdaten, Regionen und deren Attribute, topologische Informationen und augenblicklich relevante Interpretationen. Es kann als Arbeits-

raum aufgefaßt werden, der allen Analyseebenen verfügbar ist und ähnlich wie die "Hearsay-blackboard" funktioniert. Für jede Region gibt es eine geordnete Liste von Interpretationen (entsprechend der abnehmenden Vertrauenswürdigkeit in die Interpretation). Das Kurzzeitgedächtnis hat Zugang zum allgemeinen Wissen, zu Plänen und zu Kontextinformationen. Es spielt die Rolle eines Depots für die augenblicklich beste Bildinterpretation; diese Rolle kann durch die Kommunikation zwischen verschiedenen Datenquellen gewährleistet werden.

Das Spezifische des Ansatzes von Barrow & Tenenbaum (1978) hinsichtlich der Segmentierung und Interpretation von Szenen besteht darin, daß nicht notwendigerweise eingespeicherte Objektprototypen zur Szenenbeschreibung herangezogen werden. In früheren Ansätzen, in denen das der Fall war, kam es aufgrund der begrenzten Zahl gespeicherter Objektprototypen zu großen Fehlern in der Szenenbeschreibung und -interpretation.

"What seems needed in a general-purpose vision system are more concise and more general descriptions of the scene, at a lower level than objects ... There is still the need to guide formation of lower level descriptions by the context of higher level ones, but now the gaps between levels are much smaller and easier to bridge" (Barrow & Tenenbaum 1978, S. 22).

In den Formulierungen von Barrow & Tenenbaum (1978) werden die ungelösten Probleme der Komputerverarbeitung von Bildern angesprochen. Zwar mögen die Lücken zwischen den Ebenen kleiner geworden sein, sie sind jedoch immer noch groß genug, um ein wirkliches "general-purpose" Wahrnehmungssystem unmöglich zu machen.

Die Leistungsfähigkeit von Komputersystemen kann durch hierarchisch geordnete Schemata enorm verbessert werden. So ist die Schema*pyramide* bei Hanson & Riseman (1978) von unten nach oben wie folgt gegliedert: Scheitelpunkte, Segmente, Regionen, Oberflächen, Körper, Objekte und Schemata

sind als Verarbeitungseinheiten unterschiedlicher Korngröße vertikal übereinandergelagert; die Zahl der Verarbeitungseinheiten auf der jeweiligen Ebene nimmt von unten nach oben hin ab, wobei jede Ebene jedoch die gleiche Information - nur in anderer Form - enthält. Eine so elaborierte Schemapyramide erleichtert den Kontakt mit Verarbeitungspyramiden für Ränder und Regionen (Hansen & Riseman 1978, S. 9ff.).

Eine zweite Möglichkeit zur Leistungsverbesserung von Wahrnehmungssystemen besteht darin, Informationsverarbeitungsprozesse 'interaktiv' ablaufen zu lassen. Im Programm von Hanson & Riseman (1978) erfolgt die Hypothesenbildung sowohl "von unten nach oben" als auch "von oben nach unten". Bei den "von oben nach unten" ablaufenden Prozessen werden Hypothesen aufgrund von Vorhersagen aus dem gespeicherten Wissen des Langzeitgedächtnisses gebildet. Z.B. werden Objekte aufgrund der aktivierten Schemata vorhergesagt. Schemata beschreiben Objekte und Szenen als räumliche Relationen zwischen Teilen und als Auftretenswahrscheinlichkeit bestimmter Teile innerhalb des Schemas.

"Once the correct schema is selected, the system could use recognition strategies which vary the visual features used in segmentation, the order in which parts are searched for, the location in which matching processes are attempted, the type of matching, the confidence which is acceptable for a match, etc." (Hanson & Riseman 1978, S. 307-308).

Auch nach Rumelhart (1980) verläuft die Schemaaktivierung in beiden Richtungen: "Top down" und "bottom up".[1] Wahr-

---

[1] *Neisser (1976) vermutet, daß es sich - physiologisch gesehen - bei Schemata um ganze Systeme (einschließlich Rezeptoren, afferente und feed-forward Einheiten und efferente Teile handle). Er zieht funktionale Hierarchien in Betracht, wobei die Information in mehrere Richtungen fließe. Überlappung von Subsystemen sei ebenso bedeutsam wie "reciprocating und lateral patterns".*

scheinlich ist der antizipatorischen (konzeptgeleiteten) "top down"-Komponente des Schemas auch die Möglichkeit zur Veränderung begründet. Schemata bewirken eine aktive Ausbildung antizipatorischer Datenstrukturen (z.B. im Falle von Vorstellungen). Bei fehlender Übereinstimmung mit den tatsächlichen Daten kommt es zur Revision und Veränderung der Schemata (falls sich kein anderes bereits passendes Schema findet). Ähnliche Gedanken zur Änderung von Schemata finden sich bei Rumelhart (1980).

Es gibt Befunde, die darauf hindeuten, daß das Schema um so stabiler wird, je weniger es durch einlaufende Daten falsifiziert werden kann.

Wenn zwei Populationen von Betrachtern unscharf eingestellte Dias vertrauter Objekte erkennen sollen - wobei die eine Population mit extremer Unschärfe, die andere jedoch nur mit mittlerer Unschärfe beginnt - so bleibt die erstere Population noch bei viel höheren Schärfegeraden bei ihren falschen Vermutungen als die letztere Population (Bruner & Potter 1964). Dieser Befund läßt sich nach Rumelhart (1980) in der Weise interpretieren, daß die erstere Population erheblich mehr Informationen benötigt, um ihr vertrautes und stabilisiertes Schema wiederlegt zu finden.

Zusammenfassend können folgende Funktionen des Schemas beschrieben werden: Ein Schema kann als hierarchisch gegliederte Struktur (mit Einheiten unterschiedlicher Korngröße) des Langzeitgedächtnisses oder des Kurzzeitgedächtnisses aktiviert werden. Die Unterscheidung zwischen Kurzzeit- und Langzeitstruktur von Schemata ist notwendig, um die aktuell sichtbare und immer wieder neue Wahrnehmungswelt in Kontakt mit den gespeicherten (erlernten) Strukturen zu bringen. Das Ausfüllen der im Langzeitgedächtnis gespeicherten Schemata durch die aktuelle Wahrnehmungssituation (im Kurzzeitgedächtnis) wird in der englischsprachigen Literatur meist als "instantiation" bezeichnet. Ein Schema kann als Aktionsplan Wahrnehmungstätigkeiten steuern (z.B. Augen- und Kopf-

bewegungen) oder als inhaltlicher Bezugsrahmen der Interpretation von Wahrnehmungsgegenständen dienen.

Die Unterscheidung zwischen der strukturellen und der dynamischen Komponente eines Schemas ist von großer Bedeutung. Mit Hilfe eines Schemas werden Wahrnehmungsgegenstände nicht nur in den richtigen Bezugsrahmen eingeordnet, Schemata enthalten auch Anweisungen zur zielgerichteten Steuerung von Wahrnehmungsaktivitäten. Diese letztere Funktion können sie deshalb erfüllen, weil sie räumliche Relationsangaben für Wahrnehmungsgegenstände enthalten.

Bislang sind in diesem Abschnitt hauptsächlich Schemata als abstrakte Repräsentationsformen erörtert worden. Es ist deutlich geworden, daß Schemata auf den niedrigeren Ebenen kleinere Repräsentationsausschnitte enthalten (z.B. Merkmale von Objekten) als auf den höheren Ebenen ("Szenen"). Diese unterschiedlichen Korngrößen der Repräsentation dürfen nicht mit den Abstraktionsebenen verwechselt werden (wie dies bei Hanson & Riseman 1978 geschieht). Dagegen kann man bei den Inhalten des "Kurzzeitgedächtnisses" und denen des "Langzeitgedächtnisses" sehr wohl von unterschiedlichen Abstraktions- (und Konkretheits-)graden sprechen, in dem Sinne, daß die einlaufende Umweltinformation konkreter ist als Gedächtnisinhalte aus der Vergangenheit.

"... arcs leading up from an object node can be followed to nodes at the schema level, representing those schemas in which the object participates ... The same is true for nodes on the object class plane where prototypical information about a class of objects is stored. Arcs between the STM and LTM planes at the same level are instantiations of general classes for image-specific elements" (Hanson & Riseman 1978, S. 309).

Die Notwendigkeit der Unterscheidung zwischen Kurzzeit- und Langzeitsystem läßt sich an einem Beispiel der Autoren de-

monstrieren: Es ist wichtig, zwischen dem, was allgemein über Autos bekannt ist (z.B. daß sie vier Räder haben) und dem aktuellen Aussehen innerhalb eines Bildes (auf dem nur zwei Räder sichtbar sind) zu unterscheiden. Innerhalb des Abstraktionssystems müssen jedoch mehr als diese zwei beschriebenen Ebenen voneinander differenziert werden:

"... schemata can operate at various levels of generality" (Neisser 1976, S. 55). Ein ähnlicher Gedanke findet sich auch bei Rumelhart 1980). Scheitelpunkte, Segmente, Regionen, Oberflächen, Körper, Objekte und Szenen unterscheiden sich *nicht* hinsichtlich der Abstraktionsebene, sondern hinsichtlich der Größe des Bildausschnittes, der betrachtet wird. Von Abstraktionsebenen sollte die Rede sein, wenn es um Prozesse der *Kategorisierung* von Szenen, Objekten, Objektteilen etc. auf einer der genannten Ebenen geht. D.h. jede der Repräsentationsebenen kann in unterschiedlicher Höhe kategorisiert werden, z.B. auf Objektebene: "Mustang-Pferd-Säugetier-Lebewesen". Jede Repräsentationsebene kann also auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen kodiert sein.

Bajcsy & Joshi (1978) weisen darauf hin, daß die "Baumstruktur" sich zwar teilweise zur Modellierung von Welten eignet, für sich genommen jedoch zu beschränkt ist, da die Konzepte der realen Welt keine strikte Hierarchie bilden, sondern oft eine teil-geordnete Struktur.[1] Aus diesem Problem kann

---

[1] *Die Autoren arbeiten mit einem System von "Facts" und "Regeln". Im allgemeinen sind "Facts" visuelle Eigenschaften, die entweder direkt meßbar sind oder aus den Merkmalen der Kategorie abgeleitet und dann gemessen werden können. "Facts" werden in einer Listenstruktur repräsentiert. Das erste Element der Liste ist der Name des Konzepts und der Rest der Elemente sind Beschreibungen dieses Konzeptes. Die allgemeine Form der "Regeln" ist ein geordnetes Paar. Die Interpretation besteht hierbei darin, daß die linke Seite des Paares eine Bedingung darstellt, die erfüllt sein muß, damit die rechte Seite "in Aktion tritt". "Regeln" für "out-door"-Szenen sind z.B. solche, die die physikalische "Teil-Ganzes"-Relation andeuten oder solche, die der Kategorie-Relation entsprechen.*

man die Konsequenz ziehen, zwei separate Repräsentationsstrukturen zu verwenden: a) Kategorierelationen ("kind-of") und b) Teil-Ganzes-Relationen.

Schließlich bleibt noch zu klären, wie *innerhalb* der abstrakten Repräsentationsformen die unterschiedlichen Abstraktionsebenen miteinander in Beziehung stehen. Es ist bereits ausgeführt worden, daß jede der Repräsentationsebenen eines Schemas (Situation, Objekt, Teilobjekt) in unterschiedlicher Höhe kategorisiert werden kann (z.B. Pferd-Säugetier-Lebewesen). Durch diesen Abstraktionsvorgang werden einerseits die Vielfalt der konkreten Erscheinungsformen vernachlässigt (z.B. daß es braun ist, einen Sattel auf hat etc.), andererseits werden jedoch auch Relationen zu anderen Lebewesen deutlich, die sonst unbeachtet bleiben müßten (z.B. daß das Pferd ein Säuger ist). Kategorien sind also Relationen zwischen Objekten (Situationen, Merkmalen etc.), die strukturelle oder funktionale Gemeinsamkeiten sichtbar machen, wobei andere strukturelle und funktionale Aspekte vernachlässigt werden.

Kategorien beziehen sich zunächst einmal jeweils auf eine Repräsentationsebene; insofern sind sie horizontale Verknüpfungseinheiten. Einheiten auf der gleichen Ebene müssen normalerweise seriell entnommen werden (Wolff 1977; Neumann 1980), sie sind also disjunktiv verknüpft. Die Existenz einer Kategoriebeziehung zwischen diesen Einheiten deutet darauf hin, daß noch zusätzlich eine konjunktive Verknüpfung zwischen diesen Einheiten gleicher Ebene existiert. Diese konjunktive Verknüpfung wird durch die *kategorial höhere* Repräsentationsebene gestiftet, so daß bei Fortführung dieses Prinzips eine hierarchisch geordnete *Verarbeitungspyramide für Kategorien* entsteht, wobei Kategorien geringer "Korngröße" in solche größerer "Korngröße" eingeschachtelt sind.

Arnheim (1977) betont nachdrücklich die Wirksamkeit *visueller* Kategorien (man könnte auch von "strukturellen" Kategorien sprechen).

Wenn ein Kind den menschlichen Kopf als Kreis zeichnet, so erfolgt eine Abstraktion, insofern als die Rundheit, die allen Köpfen gemeinsam ist, hervorgehoben wird (Arnheim 1977). Abstraktion bezeichnet hier einen Prozeß, bei dem eine komplizierte Gestalt vereinfacht wird.

Demnach sind "photorealistische" Bilder ein Ergebnis allmählicher Differenzierung abstrakter Formstrukturen.

"Ein Wahrnehmungsgegenstand kann dem Reiz 'Apfel' nur insoweit nahekommen, als er ihn durch sein spezifisches Muster von so allgemeinen Sinnesqualitäten wie Rundheit, Schwere, Obstgeschmack, Grünheit usw. vertritt" (Arnheim 1977, S. 32).

Bei Arnheim und Paul Klee (1964) lassen sich viele Beispiele für unterschiedliche Abstraktionsebenen bei bildhaftem (räumlich figuralem) Material finden. Das Thema "Trauer" kann mit bestimmten Farb- und Formkombinationen ungegenständlicher Art zum Ausdruck gebracht werden oder man wählt eine *detaillierte* Darstellungsweise z.B. der konkreten Situation "Tod".

Der wesentliche Unterschied zwischen Schemata und Kategorien liegt also nach den bisherigen Überlegungen darin, daß Schemata die unterste Ebene innerhalb der Abstraktionspyramide darstellen. Kategorien stellen Verknüpfungen[1)] von

---

[1)] *Im semantischen Netzwerk-Modell von Quillian (1969, zit. nach Collins & Loftus 1975) werden* fünf *unterschiedliche Typen von Relationen (Verknüpfungen) verwendet: a) Über- und Unterordnung, b) Modifikation, c) disjunktive Verknüpfung, d) konjunktive Verknüpfung, e) Spezifikation jeder möglichen Relation, wobei die Relation selber ein Konzept ist. Ganz im Sinne dieser Theorie von Quillian wird bei Hanson & Riseman (1978) deklaratives Wissen als gerichteter Graph repräsentiert. Die "Knotenpunkte" sind dabei primitive Einheiten wie Objekte, Situationen etc. "... and labelled*

Objekten (bzw. von Merkmalen, bzw. von Szenen) her, so daß also Objekte (bzw. Merkmale, bzw. Szenen), die in *unterschiedliche* Schemata eingebettet sind, verbunden werden: auf diese Weise bilden Kategorien Verbindungen *zwischen* Schemata (genauer: Verbindungen von Einheiten gleicher Korngröße zwischen Schemata). Dieser Unterschied zwischen Verknüpfungseinheiten *innerhalb* von Schemata und *zwischen* Schemata soll im folgenden anhand experimenteller und theoretischer Untersuchungen etwas genauer beleuchtet werden.

Kontexteffekte und Kategorieeffekte

Schaut man die recht umfangreiche Literatur zu Kontexteffekten und Kategorieeffekten durch, so findet sich im allgemeinen, daß sich der Kontext förderlich auf die Verarbeitungsprozesse auswirkt, während Objekte, Wörter etc. gleicher Kategorien unter bestimmten experimentellen Bedingungen förderlich unter anderen jedoch beeinträchtigend aufeinander Einfluß nehmen.

In Experimenten zur visuellen Suche in bildhaftem Material findet sich regelmäßig, daß Objekte, die in eine (Kontext-) Szene hineingehören (situativ nahe Suchobjekte) schneller aufgefunden werden als nicht hineingehörige (situativ ferne) Objekte. Der Situationskontext wirkt sich also förderlich aus. Dagegen ist die Suche nach einem Objekt, das aus der gleichen *Kategorie* wie die Umgebungsobjekte stammt (ka-

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 314:

arcs represent relationships between them" (Hanson & Riseman 1978, S. 309). Es scheint jedoch möglich, diese fünf unterschiedlichen Verknüpfungstypen auf konjunktive *Verknüpfungen und auf* disjunktive *Verknüpfungen zwischen den Verarbeitungseinheiten gleicher Korngröße zurückzuführen.*

tegoriale Nähe)[1] gegenüber der Suche nach einem Objekt, das aus einer anderen Kategorie als die Umgebungsobjekte stammt (kategoriale Ferne) erheblich beeinträchtigt (Bruce 1979; Schneider 1981). In den eigenen Experimenten wird die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe deutlich, wenn man die Bedingungen "Suche nach einem situativ fernen vorhandenen Suchgegenstand" bei gleichzeitigem Vorhandensein eines fernen Kontextgegenstandes in der Szene in Experiment 3 und 4a miteinander vergleicht. Wenn Such- und Kontextgegenstand den gleichen Kategorien angehören, sind längere Suchzeiten erforderlich (Experiment 4a) als wenn sie verschiedenen Kategorien zuzuordnen sind (Experiment 3).

Aus diesen Befunden wird deutlich, daß kategoriale Nähe in Suchaufgaben entgegengesetzte Resultate zur situativen Nähe erbringt: während sich situative Nähe bei Vorhandensein des Suchgegenstandes förderlich auswirkt, zeigt kategoriale Nähe eine beeinträchtigende Wirkung. Dieser Sachverhalt ist erklärungsbedürftig.

Um den förderlichen Effekt des Kontextes beim visuellen Suchen in einen größeren theoretischen Zusammenhang einzuordnen, kann man sich vor Augen führen, daß die Effekte situativer Nähe generell zur Klasse der Kontext- und Redundanzeffekte gehören. Die förderliche Wirkung des Kontextes auf das Erkennen und Reproduzieren ist in einer sehr umfangreichen Literatur und in sehr unterschiedlichen Aufgabentypen nachgewiesen worden. An dieser Stelle kann nur ein kleiner Ausschnitt davon vermittelt werden.

---

[1] *Kategoriale Nähe wird hierbei als die Zugehörigkeit eines Objektes, eines Merkmals von Objekten oder einer Klasse von Objekten oder Merkmalen sprachlicher oder bildlicher Art zur gleichen Klasse von Objekten oder Merkmalen definiert.*

Eine Variation der *räumlichen Organisation* verändert die Erkennbarkeit von Objekten (Biederman 1972; Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974; Biederman 1981; Antes, Penland & Metzger 1981), so daß die Erkennungsleistungen in unorganisierten Szenen sinken. Die visuelle Suche wird durch räumliche Unorganisiertheit beeinträchtigt (Biederman, Glass & Stacy 1973; Reinert 1980a). Das Erkennen von Objekten wird durch eine vorausgehende kongruente Szene erleichtert (Palmer 1975a).

Beim "Objektüberlegenheitseffekt" findet sich eine bessere Erkennungsleistung für Linien im kohärenten Objektkontext (Weisstein & Harris 1974; Weisstein & Maguire 1978; Womersley 1977; Williams & Weisstein 1981). Ähnliche Untersuchungsergebnisse finden sich bei Pomerantz und Mitarbeitern (z.B. Pomerantz, Sager & Stoever 1977). Leeper (1935) konnte nachweisen, daß Vpn, die doppeldeutige Bilder gezeigt bekamen, die Figuren sahen, auf die sie vorher durch eine bildliche Darstellung oder durch eine verbale Beschreibung vorbereitet worden waren. Dabei beeinflußte die bildliche Darstellung stärker als die verbale das später Gesehene.

In der Gedächtnispsychologie gibt es Untersuchungen, die zeigen, daß besser behalten wird, wenn eine Kontextsituation vorausgeht (Bransford & Johnson 1972) oder eine Kontextszene (statt Einzelobjekte) erinnert werden soll (Horowitz, Lampel & Takanishi 1969; s.a. Hunt 1975; Gagnê & Wiegand 1970).

Beim dichotischen Hören werden mehrdeutige Sätze auf dem "beachteten Kanal" durch den Kontext auf dem "unbeachteten Kanal" hinsichtlich Bedeutung beeinflußt (Lackner & Garrett 1973; Conrad 1974 hat eine ähnliche Fragestellung untersucht).

Die Worterkennung nimmt als Funktion der Länge des vorausgehenden relevanten Kontextes zu (Tulving & Gold 1963). Die Wort-Nichtwort-Klassifikation wird durch einen vorausgehenden Satzkontext erleichtert (Schuberth & Eimas 1977). Ähnliche Ergebnisse finden sich bei Morton (1964; s.a. Morton & Long 1976).

Auch ganze Sätze werden durch vorausgehenden adäquaten Kontext besser verarbeitet (Dooling 1972). Buchstabenerkennung ist im Wortkontext besser möglich als in Nicht-Wörtern (Reicher 1969; Wheeler 1970; Krueger 1970; Krueger & Shapiro 1979).

Im folgenden soll kurz auf zwei detaillierte Theorien eingegangen werden, die den Redundanzeffekt erklären wollen

(Wolff 1977; Estes 1975).

Estes (1975) gelangt aufgrund von Fehleranalysen in Erkennungsexperimenten bei Wort-, Nichtwort- und Einzelbuchstabendarbietung zu der Schlußfolgerung, daß der Wortkontext weder über die Eingrenzung von Reaktionskategorien noch über die Erhöhung der Diskriminierbarkeit der "target"-Alternativen wirksam wird. Stattdessen determiniert der Kontext das Ausmaß, in dem die Reizinformation aus der "target"-Position (im Gegensatz zu anderen Positionen der Reizgrundlage) genutzt werden kann. Kontextbuchstaben geben also Hilfsinformationen zur Lokalisation von target-Buchstaben, deren Inhalt "abgelesen" werden soll. Estes und Mitarbeiter konnten zeigen, daß der Kontext die Unsicherheit der räumlichen Lokalisation des "targets" eingrenzt und die Organisation der "encodierten" Reizinformation in Einheiten höherer Ordnung fördert. Estes nimmt interaktive Prozesse zwischen Reizinformation und durch den Kontext aktivierte Gedächtnisinhalte höherer Ordnung an.

Während in dieser Theorie die Lokalisationsfunktion des Kontextes hervorgehoben wird, betont Wolff (1977) in seiner Theorie des Redundanzeffektes (S. 126 - 141), daß Elemente redundanter Folgen zu größeren funktionalen Einheiten verschmolzen werden können als Elemente zufälliger Buchstabenfolgen. Wolff (1977) nimmt an, "... daß bei redundanten Reizen pro Zeiteinheit mehr Elemente abgetastet und damit in das phonetische Kurzzeitgedächtnis eingelesen werden, als bei zufälligen Buchstabenkombinationen" (Wolff 1977, S. 131). Die Verknüpfung von Abtast- und Chunckinghypothese besagt, daß "chunks" bereits in der primären Reizrepräsentanz vorliegen und so mehr Elemente redundanter als zufälliger Reize pro Zeiteinheit abgetastet und in das Kurzzeitgedächtnis übertragen werden können.

In den Theorien von Estes (1975) und Wolff (1977) werden wesentliche Bestimmungsstücke eingeführt, die auch zur Erklärung von Organisationseffekten und Effekten der situativen Nähe wesentlich sind: Die Bildung größerer Repräsentationseinheiten in der primären Reizrepräsentanz pro Zeiteinheit und die Bereitstellung von Lokalisationsinformationen für das Suchobjekt durch den Kontext.

In der Fehler-Linguistik (Bierwisch 1970) scheint es Phänomene zu geben, die auf sprachlichem Niveau vergleichbar mit denen der kategorialen und situativen Nähe sind. Bierwisch (1970) unterscheidet zwischen Reihenfolgenstörungen und Selektionsstörungen. Während die erstgenannten die sequentielle Organisation des Satzes betreffen, so daß Wörter innerhalb einer Satzstruktur vertauscht werden, beziehen sich die Selektionsstörungen auf die Wahl einer falschen Lexikoneinheit, die mit der ursprünglich intentierten entweder semantisch oder phonemisch verwandt ist und einen Defekt im Rahmen der lexikalischen Organisation der Sprache bildet. Die Theorie Bierwischs (1970) legt zur Erklärung von fehlerhaften sprachlichen Äußerungen zwei Gedächtnisrepräsentationssysteme nahe, die miteinander in Interaktion treten können: eines für die syntaktische und eines für die semantische Strukturierung. Während syntaktisch verknüpfte Repräsentationseinheiten ausschließlich konjunktive Verknüpfungsmuster zeigen, sind semantisch verknüpfte Einheiten sowohl konjunktiv als auch disjunktiv verbunden. Diese Hypothese kann nicht nur verständlich machen, warum Kontexteffekte generell förderliche Effekte erzeugen, während bei kategorialer Nähe unter bestimmten Bedingungen sowohl Förderung als auch Beeinträchtigung zu beobachten ist, sie kann auch die größere Flexibilität dieser kontrollierten - weil hemmbaren Prozesse - bei kategorialer Nähe erklären.

In ähnlicher Weise unterscheidet Trevarthen (1978) aufgrund von psychologischer Forschung zwischen zwei Arten von Gedächtnissystemen (S. 118-119), die mit den unterschiedlichen Hemisphärenfunktionen in Zusammenhang stehen. Die rechte Hemisphäre besitzt ein Gedächtnis für Muster von Relationen im Kontext. Dagegen enthält die linke Hemisphäre ein Gedächtnissystem zerlegter Elemente. Diese Elemente werden durch funktionale Systemrelationen zusammengehalten. Analytische Prozesse haben hier ihre Grundlage. Wenn man sich dieser Auffassung anschließt, so kann man Kontexteffekte und Effekte kategorialer Nähe verschiedenen Hemisphären und Gedächtnissystemen zuordnen.

Nun bemerkt Trevarthen (1978) jedoch auch, daß diese Hemisphärenfunktionen jeweils im Zusammenspiel und gleichzeitig wirksam werden, wobei die der linken Hemisphäre auf der Grundlage der rechten arbeitet. Die rechte Hemisphäre ist stärker für eine simultane, "flächerförmige" Aufmerksamkeit und die linke für eine serielle, "kettenförmige" (in die Erwartungen und Ergebnisse von Handlungen eingehen) sensitiv.[1)]

Nachdem in den bisherigen Erörterungen im wesentlichen Kontexteffekte behandelt worden sind, soll im folgenden auf die postulierte und andersartige Wirkungsweise von Kategorien eingegangen werden.

Kategoriale Nähe wurde in nahezu allen klassischen kogni-

[1)] *Dieser theoretische Ansatz besitzt eine enge Verwandtschaft zu der Theorie von Allport (1979). Allport nimmt an, daß es eine parallele, kapazitätsfreie, ohne Aufmerksamkeitsbelastung ablaufende Aktivierung des semantischen Gedächtnisses durch die Reizinformation gibt und daß Aufmerksamkeitsbegrenzungen dadurch zustandekommen, daß disjunktive Strukturen im Arbeitsgedächtnis aufrechterhalten werden müssen (nicht etwa durch inhärente Begrenzungen der Informationskapazität).*

tionspsychologischen Paradigmata untersucht. Eine umfangreiche Literatur existiert in den Arbeiten zum Wiederholungseffekt, in Erkennungsexperimenten tachistoskopisch dargebotener Reizmuster (einschließlich Maskierungsexperimente), in Experimenten zum dichotischen Hören, in "same-different"-Experimenten, in Gedächtnisexperimenten, in Stroop-Experimenten, in Sternberg-Experimenten, im klassischen Wahlreaktionszeitexperiment und in Experimenten zur visuellen Suche (Oberblick bei Neumann 1977a). Die Experimente zur kategorialen Nähe haben ein äußerst verwirrendes und widersprüchliches Bild in den verschiedensten Aufgabentypen ergeben.

Rips, Shoben & Smith (1973) fanden, daß die Falsifikationszeiten für die Entscheidung, daß der dargebotene Satz falsch ist, kürzer waren, wenn beide Substantive aus unterschiedlichen Kategorien stammten, als wenn sie beide der gleichen Kategorie angehörten. Die Nähe wirkte sich beeinträchtigend aus.

Bencomo & Daniel (1975) führten ein "same-different"-Wiedererkennungsexperiment durch, bei dem ein "target"-Reiz (entweder ein Bild oder ein Wort) 30 Sekunden später von einem zweiten Reiz gefolgt wurde. Dieser zweite Reiz konnte orthographische, akustische, begriffliche (funktionale oder kategoriale) oder figurale Ähnlichkeit mit dem "target"-Reiz besitzen oder identisch mit diesem sein. Im Ergebnis zeigte sich, daß die "different"-Reaktionszeiten bei Bildern im Fall von figuraler und begrifflicher Ähnlichkeit, bei Wörtern dagegen im Fall von orthographischer und akustischer Ähnlichkeit besonders hoch waren.[1)]

In einer Vielzahl anderer experimenteller Untersuchungsansätze konnte dagegen die förderliche Wirkung kategorialer oder assoziativer Nähe nachgewiesen werden.

[1)] *Ein ähnliches Ergebnis stellt sich bei der Untersuchung von "Distanzeffekten" ein (Dashiell 1937; Shipley, Coffin & Hadsell 1945; Paivio 1975, Banks & Flora 1977). Moyer (1973) hat beim Gedächtnisvergleich von Objekten gefunden, daß die Klassifikationszeiten für die Entscheidung, welches von zwei Objekten das größere ist, eine inverse lineare Funktion der geschätzten Größendifferenz der Objekte ist.*

In "Wort-Nichtwort-Klassifikationsaufgaben" beschleunigt ein kurz vorher dargebotenes semantisch nahes Wort die Klassifikation eines nachfolgenden Wortes (Neely 1977; Meyer, Schvaneveldt & Rudy 1975; Fischler 1977; Schmidt 1976). Der gleiche Befund ergibt sich, wenn das zweite Wort nicht klassifiziert, sondern gelesen werden soll (Meyer et al. 1975; Dallas & Merikle 1976). Im Maskierversuch wird die Identifikation eines Wortes, das durch ein assoziiertes Wort maskiert wird, erleichtert (Jacobson 1973). McCauley, Weil & Sperber (1976) haben die kategoriale Nähe von aufeinanderfolgenden Bildern und die assoziative Beziehung der Bildbezeichnungen unabhängig voneinander variiert. Dabei bestand die Aufgabe darin, die Bilder so schnell und genau als möglich zu benennen. In diesem Experiment konnte sowohl ein förderlicher Effekt kategorialer Nähe als auch assoziativer Beziehung nachgewiesen werden. Formal läßt sich dieses Experiment in die Untersuchungstradition von Wiederholungseffekten in Wahlreaktionszeitexperimenten einordnen. Dabei erbringt die Wiederholung von Reizmerkmalen (Higgins & Gettys 1977), Kategorien (Marcel & Forrin 1974; McCauley et al. 1976), Kodierungsregeln (Rabbitt & Vyas 1973), "Same-different"-Urteilen (Rabbitt & Vyas 1974), Reaktionsprogrammen (Rabbitt 1965, 1968) und Reaktionsausführungen (Rabbitt & Vyas 1973) oder eine Kombination dieser Wiederholungstypen jeweils schnellere Reaktionszeiten als eine "Nicht-Wiederholung" mit sich (Oberblick bei Kornblum 1973). Mit dem Nachweis der förderlichen Wirkung von wiederholten Reizmerkmalen - die auch dimensional anordenbar sind - und wiederholten Bildkategorien (die Bildobjekte gehören zur gleichen taxonomischen Kategorie) sind für die Bildverarbeitung zwei wichtige Förderungseffekte im Wahlreaktionszeitexperiment nachgewiesen worden.

Im folgenden soll der Versuch unternommen werden, diese widersprüchlichen Befunde in ein möglichst einfaches Modell zu bringen, wobei als Bezugspunkt die theoretischen und experimentellen Ergebnisse aus der Forschung zur visuellen Suche gewählt werden.

Beim visuellen Suchen findet sich - wie bereits erwähnt - eine beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe und eine förderliche Wirkung kategorialer Ferne. Die Suche eines Tiernamens innerhalb einer Liste anderer Tiernamen ist erheblich schwieriger als die Suche eines Tiernamens inner-

halb einer Liste von Städtenamen (Henderson & Chard 1978). Außerdem zeigt sich, daß mit zunehmender Position des "targets" in der Suchliste, bzw. mit zunehmender Größe des Suchbereichs diese beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe zunimmt (Brand 1971; Jonides & Gleitman 1972; Henderson & Chard 1978; Jonides & Gleitman 1976; Ingling 1972), d.h. die Suchzeitfunktion hat bei der Suche nach kategorial nahen Objekten eine größere Steigerung.

Als Erklärung für die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe wurde von den genannten Autoren in unterschiedlichen Varianten angenommen, daß im Falle kategorialer Nähe der Vergleichsprozeß zwischen Suchreiz- und Kontextreiz länger dauert, ehe entschieden werden kann, daß beide Reizereignisse nicht identisch sind als im Falle kategorialer Ferne (vgl. S.51f.).

Wenn die Annahme des verlängerten Vergleichsprozesses (im Falle kategorialer Nähe) richtig ist, so sollte sich dies in direkter Weise im "same-different"-Experiment überprüfen lassen, denn in diesem Paradigma ist der Vergleichsprozeß zwischen zwei Partnern operationalisiert.

Ob sich kategoriale Nähe förderlich oder beeinträchtigend auswirkt, hängt demnach davon ab, ob die für die Verarbeitung (zur Lösung der Aufgabe) relevanten Kategorien unterschiedlicher Abstraktionsstufe mit dem Reizergebnis übereinstimmen oder nicht übereinstimmen und ob in der Reaktion diese Obereinstimmung angezeigt werden soll oder die Differenz. Die Größe des förderlichen Effektes nimmt mit zunehmender Obereinstimmung zu, wenn in der Reaktion diese Obereinstimmung angezeigt werden soll; ebenso wie die Größe des beeinträchtigenden Effektes mit zunehmender Obereinstimmung zunimmt, wenn die Differenz angezeigt werden soll, so daß bei grober Analyse kategoriale Nähe zu widersprüchlichen Befunden führt.

In der "same-different"-Aufgabe wird die Obereinstimmung zwischen Ereignissen durch "same"-Antworten und die Dif-

ferenz zwischen Ereignissen durch "different"-Antworten angezeigt. Egeth (1966) konnte nachweisen, daß die Reaktionszeit für die "different"-Entscheidung mit der Zahl der Merkmale, hinsichtlich derer sich die Reize unterscheiden, linear abnahm. Je mehr die Reizereignisse miteinander übereinstimmten, desto länger war die "different"-Entscheidung. Die komplementäre Aussage der Theorie, nämlich daß die Größe des förderlichen Effektes mit zunehmender Übereinstimmung zunimmt, wenn die Reaktion diese Übereinstimmung anzeigen soll, läßt sich bei näherer Betrachtung der "same"-Urteile belegen.

So ist aus der "Posner-Tradition" bekannt, daß physikalisch identische Reizereignisse (AA) schneller als gleich beurteilt werden als Ereignisse, die lediglich den gleichen Namen besitzen (Aa).[1)] Die Reaktionszeitdifferenz zwischen "namensidentischen" und physikalisch identischen Reizereignissen nimmt jedoch mit zunehmender visueller Übereinstimmung zwischen den "namensidentischen" Reizen ab (Posner et al. 1967), während die "same"-Reaktion auf "Aa" 40 Millisekunden länger als auf "AA" dauert, beträgt die Differenz zwischen "Kk" und "KK" lediglich 7 Millisekunden (Eichelman 1970). Bartram (1976) hat Paare von Bildern (Strichzeichnungen) in einer "same-different"-Aufgabe hinsichtlich ihrer Identität einschätzen lassen. Die "same"-Reaktion ist bei völlig identischen Objekten kürzer als bei zwei unterschiedlichen Sichtweisen des gleichen Objektes und diese ist wiederum kürzer als bei Objekten, die lediglich den gleichen Namen besitzen (z.B. zwei unterschiedliche Fenster). Ähnliche Ergebnisse sind bei der Analyse von Bildern in den

---

[1)] *Eine Analyse des "Posner-Effektes" unter Berücksichtigung der* visuell-phonetischen *Repräsentationen liegt bei Wolff (1977) im Kontext eines hierarchischen Repräsentationsebenenmodells vor.*

Arbeiten von Klatzky (1972), Bencomo und Daniel (1975) und Frost (1972) zu finden.[1)]

Wenn man die traditionellen Stufenmodelle als Analyseinstrument mit heranzieht, dann stellt sich die Frage, auf welcher Stufe im Verarbeitungsprozeß die förderlichen und beeinträchtigenden Effekte kategorialer Nähe lokalisierbar sind (Smith 1968).

Experimente zum Stroop-Effekt (Neumann 1977b), in denen semantische Nähe (Zugehörigkeit zur gleichen semantischen Kategorie) und Aufgabenrelevanz (Vorkommen als Antwortkategorie im Versuch) unabhängig voneinander variiert werden, legen aufgrund der Additivität dieser Faktoren (und aufgrund der Interaktion der visuellen Integralität mit der semantischen Nähe, nicht jedoch mit der Aufgabenrelevanz) nahe, daß sich die Übereinstimmung dann beeinträchtigend auswirkt, wenn sie die Selektion der Reiz-Reaktionskategorie erschwert. Die beeinträchtigende Wirkung wäre auf der Stufe der Selektion zu lokalisieren. In dieser Interpretation des Effektes der kategorialen Nähe wird eine generelle Förderung durch Nähe auf den primären, automatisch ablaufenden Prozeßstufen (im Sinne von Posner & Snyder 1975 und Neely 1977) und eine (je nach Selektionsschwierigkeit auftretende) beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe auf den sekundären Verarbeitungsstufen angenommen.

Es fragt sich jedoch, ob sich die hemmende Wirkung kategorialer Nähe nicht auch auf die primären Stufen des Verarbeitungsprozesses (Encodierung und Identifikation) ausdehnen kann. Während die Befunde von Neely (1977) diese Möglichkeit auszuschließen scheinen, beinhaltet die Theorie von Deutsch (1977) diese Möglichkeit. Deutsch (1977) nimmt im Gegensatz zu Posner und Snyder (1975) an, daß auch Hemmungsprozesse sich automatisch auf gemeinsame Merkmale und Klassen von Merkmalen ausbreiten können. Im einzelnen werden in der Theorie vier Annahmen gemacht:

[1)] *Entus & Bindra (1970) haben in einer vergleichenden Untersuchung mit positivem Ergebnis die Hypothese überprüft, daß das Auftreten eines positiven oder negativen Wiederholungseffektes bzw. "same-different"-Effektes von der Selektionsschwierigkeit aufgrund mangelnder Diskriminierbarkeit zwischen den Reizereignissen zustandekommt.*

a) "Feature"-Detektoren können per Instruktion gebahnt werden (Schwellensenkung für Erregung).

b) Diese Förderung weitet sich auf verknüpfte "feature"-Detektoren aus, so daß auch die Kategorien der entsprechenden Features gebahnt werden.

c) Analog zu diesem Förderungsprozeß gibt es einen Hemmungsprozeß für "feature"-Detektoren, die nicht beachtet werden sollen; Hemmung und Förderung summieren sich.

d) Ebenfalls wie die Förderung breitet sich auch die Hemmung auf verknüpfte Kategorie-Detektoren aus.

Die größere Geschwindigkeit mit der z.B. der Buchstabe A in einem Ziffernkontext im Gegensatz zu einem Buchstabenkontext aufgesucht werden kann, läßt sich nach Deutsch (1977) nun wie folgt erklären:

Beim Suchen des Buchstaben A werden die Formdetektoren für diesen Buchstaben und für andere damit verknüpfte Buchstaben, sowie die Buchstaben-Kategoriedetektoren gefördert. Für die entsprechenden Detektoren der Ziffern findet Hemmung statt. Da die visuellen Formdetektoren für Buchstaben und Ziffern viele gemeinsame Merkmale besitzen, entsteht auf Merkmalsebene gleichzeitig Hemmung und Förderung. Auf Kategorieebene jedoch sind Förderungs- und Hemmungsprozesse aufgrund der geringen Anzahl der Verknüpfungen zwischen der Ziffern- und Buchstabenkategorie klar voneinander getrennt. Aufgrund dieser Förderung der Buchstabenkategoriedetektoren kann der Buchstabe A innerhalb eines Ziffernkontextes (bei gleichzeitiger Hemmung der Ziffernkategoriedetektoren) relativ schnell aufgesucht werden. Dagegen führt das Auffinden eines Buchstabens innerhalb eines Buchstabenkontextes zu verlängerten Reaktionszeiten, weil auf der Ebene der Formdetektoren Förderungs- und Hemmungsprozesse sich die Waage halten und auf Kategorieebene Hemmung statt-

findet.[1)]

Wenn diese Theorie von der bahnenden und hemmenden (konjunktiven und disjunktiven) Wirkung von Kategorien richtig ist, so sollte sich dies *auch* in Experimenten zur visuellen Suche nachweisen lassen. Bei oberflächlicher Betrachtung scheinen sich beim visuellen Suchen lediglich beeinträchtigende Effekte kategorialer Nähe zu ergeben. Dies gilt sowohl auf Merkmalsebene (Neisser 1963; Smith 1962) als auch auf Objekt- oder Wortebene (Jonides & Gleitman 1972; Henderson & Chard 1978). Schaut man sich jedoch die Befunde genauer an, so zeigt sich, daß sich Objekte (etc.) gleicher Kategorie auch förderlich aufeinander auswirken können. Soll nämlich nach einem kategorial fernen Objekt in einem Zufallskontext gesucht werden, so sind die Zeiten generell länger als wenn ein kategorial fernes Objekt in einem homogenen Kontext gleicher Kategorien aufgefunden werden soll (z.B. Henderson & Chard 1978). Diese förderliche Wirkung zwischen den Kontextelementen gleicher Kategorie wird im Falle von kategorialer Nähe zwischen Such- und Kontextobjekten durch gleichzeitige Hemmung überlagert.

Ein direkter Nachweis für die förderliche Wirkung *visueller* Kategorien beim Suchen kann Augenbewegungsuntersuchungen entnommen werden (Williams 1966, 1973; Gould & Dill 1969).

[1)] *Der grundsätzliche Unterschied der Theorie von Posner & Snyder (1975) und der Theorie von Deutsch (1977) mag darin gesehen werden, daß die automatische Erregungsausbreitung bei Posner & Snyder (1975) nicht mit Hemmung verbunden ist ("However, as long as the activation pattern is confined to the memory system, there will be no cost or inhibition of the processing of items whose pathways are not activated", S. 66). Diese Position kommt dadurch zustande, daß die Autoren den Hemmungsprozeß sehr eng an die bewußte Aufmerksamkeitszuwendung knüpfen. Eine ähnliche Theorie wie Deutsch (1977) vertreten Kinsbourne & Hicks (1974).*

Je größer die Zahl der gemeinsamen visuellen Merkmale zwischen Such- und Kontextobjekt, um so größer die Fixationswahrscheinlichkeit. Das, was im üblichen "visual search"-Experiment als Suchzeitvergrößerung sichtbar wird, wenn man ein "target" aus der gleichen Kategorie suchen läßt, erscheint bei der Analysemethode von Williams (1966) als Leistung - insofern als kategorial nahe Reize häufiger und schneller fixiert werden als kategorial ferne.[1)]

Die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe bei visueller Suche weist noch ein anderes - bislang nicht beachtetes - *Korrelat* auf. Der größeren Steigerung der Suchzeitfunktion (längere Vergleichsdauer pro Informationsstichprobe) entspricht ein geringerer Entdeckungsabstand. Bestätigt wird diese Annahme durch einen Befund von Schneider (1981). Bei der freien Suche in kreisförmig angeordneten Objektansammlungen ließen sich nicht die üblichen Positionskurven ermitteln - wohl aber gewisse bevorzugte Punkte auf dem Kreis, die den Raumkoordinaten oben, unten, rechts und links entsprachen. An diesen vier ausgezeichneten Punkten (die offensichtlich den Standardfixationspunkten entsprachen) verschwanden die Effekte kategorialer Nähe: hier wur-

---

[1)] *In einem Versuch, in dem es darum ging, innerhalb einer Anordnung von Einzelobjekten, die hinsichtlich Farbe, Form und Größe übereinstimmen könnten, z.B. ein gelbes, großes Dreieck mit der Nummer "23" zu finden, hat Williams (1966) anhand der Analyse von Fixationsverläufen, den förderlichen Effekt von Farb-, Größen- und Formübereinstimmungen (in dieser Reihenfolge) festgestellt. Wenn z.B. nach einem gelben, großen Dreieck mit der Nummer "23" gesucht werden soll, so entsteht ein Muster gelber Objekte auf dem Hintergrund andersfarbiger Objekte. Der Betrachter schaut auf unterschiedliche Teile dieses Musters, ehe er den Zielreiz auffindet. Es ist nicht möglich, gleichzeitig das Farb- und das Formmuster zu beachten. Auf dem Hintergrund des Farbmusters werden die großen Objekte und von den großen Objekten wiederum die Dreiecke und von den Dreiecken dasjenige, mit der Nummer "23" ausgewählt.*

de nach kategorial nahen Objekten genauso schnell wie nach kategorial fernen gesucht. Lediglich in der Peripherie dieser Punkte fand sich die beeinträchtigende Wirkung kategorialer Nähe. Dieses Ergebnis wird auch durch die Untersuchung von Jonides & Gleitman (1976) gestützt; wenn Lokalisationshinweise für das "target" gegeben werden, profitieren ausschließlich die kategorial nahen "targets" und die Kategorieeffekte (Unterschiede zwischen kategorial nah und kategorial fern) verschwinden.

Abschließend soll noch kurz auf einen möglichen *Zusammenhang* von Kontext- und Kategorieeffekten eingegangen werden. Es wäre denkbar, daß Kontexteffekte die Grundlage von Kategorieeffekten bilden (Trevarthen 1978):

Genetisch betrachtet ist das Verständnis von (Handlungs-) Kontexten der Auffassung von Kategorien vorgeordnet. Jüngere Kinder geben im Assoziationsexperiment zunächst nebengeordnete Begriffe aus der gleichen Handlungssquenz an, bevor Begriffe, die in kategorialer Beziehung zueinander stehen, assoziiert werden (Heidenheimer 1978).

Vogt (1972) stellt in ihrer Psychologie der Ähnlichkeit fest - und dies ist keine neue Erkenntnis -, daß "ähnlich" alle Gegebenheiten dieser Welt sein können und es auch mehr oder weniger sind, *je nach ihrem Kontext*. Anschauliche Ähnlichkeitseffekte und anschauliche Kategorieeffekte sind stark kontextabhängig. Vogt (1972) führt zur Erklärung an, daß im Ähnlichkeitsurteil die Konstanz herausgeblendet wird: "... diejenigen Gegenstände werden als einander ähnlicher beurteilt, die phänomenal in ihren konstanten Größen mehr Übereinstimmung aufweisen" (S. 47). Dieses mehr an Übereinstimmung in den konstanten Größen verändert sich aber in Abhängigkeit vom Kontext.

Das Problem von Gedächtnismodellen, welche Merkmale als zugrundeliegende Gedächtniseinheiten annehmen, besteht häufig darin, daß die Merkmale, die den übergeordneten Begriff bilden, gleichwertig für alle untergeordneten Wörter gelten (Hörmann 1976; Palmer 1975b). Die Oberkategorie erscheint aufgrund dieser Gleichwertigkeit der Merkmale nicht weiter strukturiert. Darin liegt ein Problem, für das es unterschiedliche Lösungsansätze geben mag. Einer dieser Lösungsansätze könnte jedoch darin bestehen, daß der Kontext die Merkmalsgewichtung ermöglicht.[1)]

C. Repräsentationsebenenmodelle

In den vorausgegangenen Abschnitten sind die einzelnen Repräsationsformen (Ränder, Regionen, Schemata, Kategorien) getrennt voneinander diskutiert worden. Dabei sind auch schon ansatzweise die *Zusammenhänge* zwischen diesen Repräsentationsformen deutlich geworden, z.B. die komplementäre Relation von Rändern und Regionen, das "Ausfüllen" der Leerstellen in Schemata durch die Datenstruktur und die konjunktive Verknüpfung zwischen Schemata (die den Kategorien entspricht).

Das Problem nach den Zusammenhängen (nach der Beziehung) zwischen den Repräsentationsformen stellt sich natürlich erst gar nicht, wenn man die einzelnen Repräsentationsformen nicht voneinander differenziert. Eine vergleichbare Sachlage findet sich bei der theoretischen Diskussion zum

---

[1)] *Nach all diesen Überlegungen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß Kontext- und Kategorieeffekte sich im Verhältnis wechselseitiger Determination befinden.*

Konzept der "Kodierung".[1)]

Nach Paivio & Begg (1974) und in etwas ausgearbeiteterer Form nach Smith et al. (1978) kann man hinsichtlich der Kodierungsformen und deren Zusammenwirken zwischen "common-code"- und "translation"-procedure unterscheiden: Als zugrundeliegende Kodierung (common code) ist von Glanzer & Clark (1963) die verbale Kodierung, von Paivio & Begg (1971) die bildhafte und von Clark & Chase (1972) die semantische Kodierung postuliert worden.

Demgegenüber stehen theoretische Orientierungen, die sich mit der Übersetzung der Kodierungen ineinander beschäftigen ("translation procedure"; Smith et al. 1978; Kosslyn & Pomerantz 1977).

Smith et al. (1978) geben folgenden kritischen Unterschied zwischen diesen beiden Ansätzen an:

"The critical difference between the two is that the translation procedure involves the search for a mapping that will project a perceptual attribute into a semantic one, whereas the common-code procedure presupposes the existence and occurrence of such a mapping and operates on its results" (Smith et al. 1978, S. 141).

Die Unterscheidung zwischen der aktiven *Suche* einer Zuordnung zwischen bildlicher und semantischer Kodierung und dem *automatischen Auffinden* dieser Zuordnung deutet darauf hin, daß sich beide theoretischen Orientierungen möglicherweise gar nicht grundsätzlich widersprechen, sondern nur verschiedene Aspekte des Verarbeitungsprozesses thematisieren.

Das Problem nach den Zusammenhängen zwischen den Repräsentationsformen stellt sich natürlich auch nicht, wenn man die Annahme jeglicher Art von Repräsentationen für überflüssig erklärt, wie dies z.B. bei Gibson (1979) geschieht. Die Probleme werden bei Gibson (1979) in einem "Akt der Projektion in die Umwelt" nach außen verlagert. Dennoch liegt dem Ansatz Gibsons ein Modell hierarchisch geordneter Ebenen zugrunde, wenn er schreibt:

[1)] *Eine Kritik des "Kode"-Begriffes (im Sinne frei flottierender "Kodes", die losgelöst vom Wahrnehmungsgegenstand existieren) findet sich bei Neumann (1980, S. 127f.).*

"The smaller units are embedded in the larger units by what I will call nesting. *For example, canyons are nested within mountains; trees are nested within canyons; leaves are nested within trees; and cells are nested within leaves" (Gibson 1979, S. 9).*

Daß kleinere Einheiten in größere eingebettet sind, führt zur Konstitution einer Hierarchie; diese Hierarchie ist jedoch nicht "strenger" Art, sondern voll von Überlappungen und Übergängen. Die hier von Gibson beschriebene Repräsentationshierarchie bezieht sich auf unterschiedlich große Repräsentations*ausschnitte* detaillierter analoger Information, die bereits in Schemata eingeordnet und kategorisiert worden ist. Die Theorie impliziert, daß es keine feste Verarbeitungs- oder Analyseeinheit gibt, sondern lediglich untergeordnete und übergeordnete Einheiten.[1)]

In den vorausgegangenen Abschnitten ist bei der Diskussion der einzelnen Repräsentationsformen bereits deutlich geworden, daß sich hierarchisch gegliederte Repräsentationsebenen für *jede* der beschriebenen Repräsentationsarten nachweisen lassen. Alle bisher beschriebenen Repräsentationsformen (analoge Repräsentationen von Regionen und Rändern, Schemata und Kategorien) weisen auch eine hierarchisch gegliederte Struktur auf. Dennoch ist diese Struktur für Ränder und Regionen qualitativ anders beschaffen als für Schemata und Kategorien.

In diesem Abschnitt sollen die Zusammenhänge zwischen den Repräsentationsformen (und deren Wirkungsweise) anhand von Repräsentationsebenenmodellen genauer untersucht werden.[2)]

[1)] *Aus dem nachfolgenden Zitat geht hervor, daß das Ebenenmodell für Gibson eine "prägende" Funktion gehabt hat: "One can see a mountain if it is far enough away and a grain of sand if it is close enough. The fact is sufficiently wonderful in itself to deserve study, and it is one of the facts that this book will try to explain" (Gibson 1979, S. 10).*

[2)] *In der psychologischen Forschung gibt es eine Reihe von strukturellen und funktionalen Hierarchiemodellen (Überblick z.B. bei Stoffer 1981). Meistens werden diese Modelle jedoch ohne Verweis auf die unterschiedlichen Repräsentationsformen (analoge Repräsentationen, Schemata etc.) verwendet.*

Repräsentationshierarchien (Verarbeitungspyramiden) haben im Falle von Rändern und Regionen eine andere Beschaffenheit als im Falle von Schemata und Kategorien. Verarbeitungspyramiden für Ränder und Regionen haben die Funktion, die Information des gleichen Bildes auf höheren Ebenen in zunehmend komprimierter Form bereitzustellen.

Tanimoto (1978) beschreibt hierarchisch strukturierte Verarbeitungspyramiden für die Farbwahrnehmung von Bildern. Eine Pyramide ist eine Sequenz von Digitalisierungen des gleichen Bildes bei wachsend höheren Graden an Auflösung:

Die Standardrelation zwischen einer übergeordneten und einer darunter liegenden Ebene der Verarbeitungspyramide läßt sich dadurch kennzeichnen, daß die Farbe oder andere Bildmerkmale einer Zelle auf der übergeordneten Ebene einen *Durchschnitt* der Farbe (oder dgl.) der (konvergierenden) Zellen aus der untergeordneten Ebene bilden. Entscheidend bleibt hierbei jedoch, daß die Resultate aller dieser Ebenen abnehmender Auflösungsstärke separat bleiben; die Verarbeitungspyramiden für Ränder und Regionen können ihre Segmentierungsfunktion nur dann erfüllen, wenn alle diese konvergierenden Ebenen gleichzeitig verfügbar und getrennt ansteuerbar sind.

Das Prinzip der Durchschnittsbildung unterscheidet die Verarbeitungspyramiden für Ränder und Regionen in ganz entscheidender Weise von den Verarbeitungspyramiden für Schemata und Kategorien höherer Ordnung; in den beiden letzteren Fällen findet keine Vermengung (im Sinne der additiven Intensitätensummation) statt. Merkmale eines Objektes sind zwar zu einem Merkmalsverband zusammengeschlossen, aber nicht durch eine additive Verknüpfung, sondern durch eine relationale (und integrale) Einheitenbildung, die das Objekt ausmacht. Entsprechend sind in diesen Fällen die Ein-

heiten kleinerer Korngröße den größeren Einheiten auf der übergeordneten Ebene zwar konvergierend zugeordnet, jedoch *nicht* im Sinne einer Durchschnittsbildung. Dieser Unterschied muß im Auge behalten werden, wenn als nächstes die Repräsentationsebenenmodelle für Schemata diskutiert werden.

Die Annahme von unterschiedlichen Repräsentationsebenen bei Schemata ist notwendig, um erklären zu können, daß wir Gegenstände als distinkte Einheiten wahrnehmen können und nicht einen lose und untergeordnet zusammenhängenden Merkmalsverband, wie es andererseits aber auch möglich ist, Einheiten feinster Korngröße (z.B. Merkmale von Merkmalen von Objekten) nach Bedarf zu beachten.

"Die hierarchische Organisation der Repräsentation der Situation impliziert, daß ein Gegenstand dann - und nur dann - als eine von anderen Gegenständen distinkte Einheit repräsentiert sein kann, wenn er erstens auf einer bestimmten Ebene innerhalb der vertikalen *Gliederung der Situation (einer Repräsentationsebene) eindeutig von den anderen Gegenständen unterschieden ist, d.h. wenn er seinen Platz innerhalb der* horizontalen *Gliederung hat" (Neumann 1980, S. 420).*

Für das Auffinden von Gegenständen innerhalb der Repräsentationshierarchie hat dieses Modell natürlich enorme Konsequenzen, denn:

Es gibt keinen absoluten Ort (Position) eines Gegenstandes, der Ort ist jeweils nur auf der den Gegenstand konstituierenden Repräsentationsebene auszumachen (Wolff 1977) und umgekehrt stiftet die Zuordnung zu einem Ort in der Repräsentationshierarchie auch die Zusammengehörigkeit der Merkmale zu einem Gegenstand.

Bei Wolff (1978) ist die Reizrepräsentation als Hierarchie von Objektrepräsentanzen horizontal und vertikal gegliedert. Bei der vertikalen Gliederung sind z.B. das Wort als Ganzes,

Buchstabengruppen und Einzelbuchstaben auf hierarchischen Ebenen untereinander geordnet. Hinsichtlich der horizontalen Gliederung nimmt die Korngröße der Verarbeitungseinheiten und ihre Anzahl mit der Höhe des Repräsentationsniveaus ab. Die Reizinformation ist zunächst auf den höheren Ebenen repräsentiert; anschließend findet eine Ausdifferenzierung auf dem Niveau niederer Ebenen statt. "Die Entnahme der Identität eines Objektes (Identifikation) setzt eine Informationsentnahme (visuelle Analyse) auf dem nächst höheren Repräsentationsniveau voraus" (Wolff 1978, S. 29). Der fokussierte Ort steht mit einem *Bereich* möglicher Fixationspunkte in Beziehung. Die Größe dieses Bereichs korreliert mit der Höhe des Repräsentationsniveaus.

Im Repräsentationsebenenmodell von Wolff (1978) wird neben der horizontalen und vertikalen Gliederung die abnehmende Korngröße und abnehmende Zahl der Verarbeitungseinheiten mit zunehmender Höhe (Konvergenz) und die Angabe über die Verarbeitungsrichtung hervorgehoben. Der Verlauf von höheren zu niedrigeren Ebenen wird auch im Komputerprogramm von Hanson & Riseman (1978) und bei Neumann (1980) erwähnt.

Das Ziel der ersten Verarbeitungsstufe besteht in der Planung, wobei lediglich die grobe Struktur extrahiert wird, indem die Details der Szene auf ein Minimum reduziert werden. Dann kann jede Region schrittweise differenziert werden. Auf diese Weise erhalten Regionen auf der übergeordneten Ebene die Funktion von Plänen für die darunterliegende Ebene. Eine Ausdifferenzierung findet nur entsprechend den Aufgabenerfordernissen oder Intentionen statt (Hanson & Riseman 1978).

Bei Neumann (1980) werden jedoch noch weitere wesentliche Aspekte von Repräsentationsebenenmodellen hervorgehoben: die simultane Aktivierung der unterschiedlichen Repräsenta-

tionsebenen und die sequentielle Reihung der Verarbeitungseinheiten auf *einer* Ebene. Das Prinzip der sequentiellen Reihung ist anläßlich der Kategoriediskussion als "disjunktive Verknüpfung" in Erscheinung getreten.

Neumann (1980) schreibt zum Hierarchiekonzept, daß das Prinzip der sequentiellen Reihung nur auf einer gegebenen Steuerungsebene gelte.

"..., daß aber unterschiedliche Steuerungsebenen parallel arbeiten können. Es ist von der Logik des Hierarchie-Konzepts her sogar erforderlich, daß Repräsentanzen desselben zeitlichen Abschnitts der Handlung auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen simultan aktiviert sind ..." (Neumann 1980, S. 108).

Die höheren Planungsebenen eilen den untergeordneten Ebenen antizipatorisch voraus, so daß auf der übergeordneten Ebene das gegenwärtige *und* das zukünftige Element einer einzigen Repräsentation zugehören.

Auf jeder Ebene kann nur ein Element zu einer Zeit aktiviert sein. Einheiten, die auf einer übergeordneten Ebene in nicht-zeitlicher Form repräsentiert sind, werden beim Obergang zur untergeordneten Repräsentationsebene in eine zeitliche Folge übertragen.

In ähnlicher Weise plädiert Uhr (1978) für die Verwendung von parallel-seriellen Systemen, statt nur parallele oder nur serielle Verarbeitung zu gebrauchen. Bei paralleler und serieller Verarbeitung handelt es sich nicht um einander widersprechende Alternativen. Parallele Verarbeitung nimmt Raum in Anspruch, serielle Zeit. Durch die Kombination serieller und paralleler Verarbeitung kann der Aufwand an Zeit und Raum minimalisiert werden.

Auf dem Hintergrund der Repräsentationsebenenmodelle kann

nun die Frage, wie die unterschiedlichen Repräsentationsformen (analoge Repräsentationen, Schemata etc.) miteinander in Beziehung stehen, erneut aufgeworfen werden.

Für die analogen Repräsentationen von Rändern und Regionen ist gezeigt worden, daß beide Repräsentationsformen *komplementär* zueinander sind; Ränder sind gewissermaßen die erste Ableitung von Regionen (Ehrich & Foith 1978). Sowohl die Repräsentationsformen der Ränder als auch diejenigen der Regionen sind hierarchisch in einer Verarbeitungspyramide abnehmender Auflösungsstärke gegliedert.

Die Verarbeitungspyramide für Ränder und Regionen bildet ihrerseits die Datenbasis für die abstrakteren Repräsentationsformen und an erster Stelle für die Schemata. Die Verarbeitungspyramide für Schemata gliedert sich hierarchisch von Situationen (an der Spitze der Pyramide) bis zu Teilobjekten von Teilobjekten (an der Basis der Pyramide) (Minsky 1975). Auf jeder dieser Ebenen gibt es "Leerstellen", die durch die Datenbasis (Ränder und Regionen) ausgefüllt werden (Minsky 1975; Hanson & Riseman 1978). Datenbasis und abstraktere Repräsentationsformen stehen also ebenfalls im Verhältnis der Komplementarität zueinander - jedoch nicht in der gleichen Dimension, sondern in der "zweidimensionalen Ebene". Objekte kommen als funktionale Einheiten durch die Zuordnung zu einem *visuellen* Schema zustande (Neumann 1980).

Bei Wolff (1977) stellt sich die Frage nach dem Zusammenhang zwischen den Repräsentationsformen anläßlich der Diskussion *visuell-phonetischer* Einheiten. Einerseits besitzen visuelle und phonetische Merkmale jeweils für sich völlige Eigenständigkeit, andererseits treten beide Repräsentationsformen in Verbindung miteinander auf. Wolff (1977) löst dieses Problem mit Hilfe der Annahme einer Zuordnungs-

beziehung: "Die visuell-phonetische Repräsentanz ist also dadurch definiert, daß eine phonetische Gedächtniseinheit (...) visuellen Merkmalen (...) zugeordnet ist ..." (Wolff 1977, S. 430). Beide "Merkmale" besitzen eine gemeinsame Position im Repräsentationsraum. Die Fokussierung der Position macht daher die Entnahme der phonetischen Einheit möglich. Phonetische Einheiten kann man nach Wolff (1977) als Kategorisierung auffassen, insofern die phonetischen Merkmale nur einen der vielen visuellen Reizaspekte repräsentieren.

Nach Wolff (1977) kann man die Reizrepräsentanz eines sinnvollen Wortes dadurch kennzeichnen, "... daß sich auf allen Repräsentationsebenen visuell-phonetische Einheiten befinden" (Wolff 1977, S. 433). Wolff (1977) postuliert auch für phonetische Gedächtnisrepräsentationen ein hierarchisch geordnetes Repräsentationsebenenmodell.

Es stellt sich jedoch die Frage, wie die Zuordnung von Datenbasis zum Schema für Situationen, Objekte und Teilobjekte im einzelnen zustande kommt. Eine Lösungsmöglichkeit für dieses Problem besteht darin anzunehmen, daß die unterschiedlichen Repräsentationsformen über das Prinzip der "hierarchischen Einschachtelung" (Wolff 1977) miteinander verbunden sind. Ein ähnlicher Gedanke findet sich bei Vekker (1974, 1976, 1981).[1)] Die Datenbasis (analoge Repräsentation) wäre demnach auf den niedrigeren Ebenen und die abstrakteren Repräsentationsformen wären an der Spitze der Verarbeitungspyramide angesiedelt. Dieser Gedanke ist bereits anläßlich der Diskussion von Schemata und Kategorien aufgetaucht und dort ausgeführt worden (S. 311ff.). Die Kor-

---

[1)] *Ich danke Herrn Matthäus für diesen Hinweis. Die Beziehung von sprachlichen, symbolischen und figural räumlichen Repräsentationen könnte ebenfalls durch das Prinzip der Einschachtelung (koordinativ) geregelt sein.*

respondenz zwischen Datenbasis und Schemata wird jedoch erst verständlich (sowohl hinsichtlich der dynamischen Komponenten als auch hinsichtlich der ontogenetischen Veränderung dieser Strukturen), wenn man sich die Wirkungsbeziehung von *Handlungsplan und Reizrepräsentation* anschaut. Die Handlung ist auf den übergeordneten hierarchischen Ebenen noch nicht in allen Einzelheiten festgelegt. Die konkrete Form der Bewegung wird erst durch die Situation, in der sie stattfindet, möglich.

"Der Hierarchie der Steuerungsebenen der Handlung läßt sich eine Hierarchie der Repräsentationen der Situation zuordnen. Die invariante Bewegungsaufgabe kann auf invariante Aspekte der Situation bezogen sein, während andere - und anders repräsentierte - Aspekte der Situation ihre Konkretisierung auf den untergeordneten hierarchischen Ebenen bestimmen" (Neumann 1980, S. 344).

Auf den zentralen Steuerungsebenen besitzt die Repräsentation eines Handlungsplan "abstrakten" Charakter. Unterschiedlich konkretisierte Handlungen haben auf höheren Repräsentationsebenen eine gemeinsame Repräsentation (Neumann 1980, S. 367). Dem "abstrakten" Handlungsplan entsprechen auch abstrakte Charakterisierungen der Umweltinformationen.

"Die Handlung entfaltet sich ... in einer Abfolge immer weniger abstrakter Abbildungen der Umwelt. Zugleich vollzieht sich der Übergang von der Einbeziehung der globalen Situation zur Einbeziehung ihrer Details" (Neumann 1980, S. 376).

Nach Turvey (1977) sind die Beschreibungen eines Plans als Handlung und die Beschreibungen eines Plans als Wahrnehmung zwei Aussagen über den gleichen Sachverhalt. Damit läßt sich die ominöse Beziehung zwischen abstrakteren Repräsentationsformen (z.B. Schemata) und Umweltinformation (Datenbasis) entmystifizieren.

Die bisherige Darstellungsweise von Verarbeitungspyramiden

- mit der Datenbasis auf den niedrigeren und den abstrakteren Repräsentationen (z.B. Schemata) auf den höheren Ebenen der Pyramide könnte im Sinne der "linearen" Informationsverarbeitungstheorien mißverstanden werden, wenn man daraus schließen würde, daß die unanalysierten Sinnesdaten in "Kategorienboxen" eingeordnet werden würden.

Neumann (1980) kritisiert die Annahme einer Hierarchie der Verfügbarkeit von "einfachen physischen" zu "komplexen semantischen" Merkmalen hin als unzutreffend: Häufig werde angenommen, daß auf der Basis eines Reizmusterabbildes (z. B. ikonisches Gedächtnis) das Baumaterial für nachfolgende konstruktive Verarbeitungsvorgänge geliefert werden. Das Ikon soll einerseits noch unanalysierte Sinnesdaten enthalten und andererseits als das Oberdauern eines Reizes in Erscheinung treten.

Nach Neumann (1980) ändert sich innerhalb der Verarbeitungshierarchie die *Art*, nicht jedoch der *Inhalt* der Repräsentation. Bei der hierarchischen Organisation der rezeptiven Felder durchlaufe die Information z.B. eine strukturelle Hierarchie, wobei die Repräsentation vieler und unspezialisierter Zellen durch "... die Aktivität einer einzigen, aber genau auf einen Aspekt des betreffenden Reizmusters spezialisierten Zelle ersetzt ..." (Neumann 1980, S. 395). Einfache und komplexe Reizmerkmale werden am Ende des Verarbeitungsvorgangs gemeinsam festgelegt.

"Diese strukturelle Hierarchie impliziert aber keineswegs eine funktionale Hierarchie der Art, daß die einfachen Merkmale, die auf den unteren strukturellen Ebenen während *des Verarbeitungsprozesses der Aktivität einer einzelnen Zelle zugeordnet sind, deshalb auf der kortikalen Ebene einem (zeitlich oder funktional) 'frühen' Punkt als Ergebnis festgelegt sind" (Neumann 1980, S. 395f.).*

Die Ansiedlung der analogen Repräsentationsformen (Datenba-

sis) auf den niedrigeren und die der abstrakteren Repräsentationen auf den strukturell höheren Hierarchieebenen bedeutet also keineswegs, daß die funktionale Hierarchie zeitlich ebenso geordnet wäre. Mit der endgültigen Festlegung der einfachen Merkmale muß solange gewartet werden, bis auch die Identität der komplexen Merkmale feststeht, denn es besteht keine eindeutige Korrespondenz zwischen der proximalen Stimulation und der distalen (Neumann 1980; Gibson 1979).

Auch aus Gründen der Ökonomie scheint es sinnvoll, die Verarbeitungspyramide von der Spitze bis zur Basis zu durchwandern, denn auf diese Weise kann man sich unnütze Detailverarbeitung ersparen. Außerdem können Konturen, Regionen und "Bedeutungen" von Gegenständen häufig nur kontextabhängig - also von der Spitze der Pyramide ausgehend - ermittelt werden.[1)]

Damit sollen diese eher strukturell orientierten Oberlegungen vorläufig beendet werden. Sie sollten zur Klärung der in der Einleitung aufgeworfenen Frage 7 nach den unterschiedlichen Repräsentationsformen und deren Zusammenwirken bei der Bildverarbeitung beitragen. Im folgenden werden auf dieser Grundlage die "dynamischen" Aspekte des Suchens in komplexen Bildern erörtert.

---

1) *"For example, grey-level gradients sometimes can be resolved into contours only after the highest semantic levels have resolved vague objects so that the level and type of fogginess can be assessed, and used to change the parameters for low-level edging and contour detection" (Uhr 1978, S. 365). Uhr (1978) bezieht sich ganz explizit auf physiologische Analogien in seinem Komputersimulationsmodell. Das hierarchisch geordnete System der "Erkennungspyramide" (recognition cone) kann unterschiedlichste Funktionen erfüllen: "A series of layers of transforms, applied in parallel at each layer, successively extracts, compounds, coalesces and abstracts information. Each transform act much like a simplified synapse that fires when enough of its specified pattern of inputs is present to exceed its threshold" (Uhr 1978, S. 367).*

2. DYNAMISCHE ASPEKTE DER SUCHE IN KOMPLEXEN BILDERN

A. Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche: Bildung einer einheitlichen Szenenrepräsentation

In den bisherigen theoretischen und experimentellen Untersuchungen war der Zusammenhang zwischen einer Orientierung (im Sinne der Bildung eines *räumlichen* Bezugssystems) und einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation (in der die Kategorisierung der Szene mit enthalten ist) offen geblieben. Eine neuere Untersuchung von Biederman (1981) kann zur Klärung dieser Frage beitragen.

Biederman (1981) spezifiziert fünf Klassen von Relationen, die die Organisation einer Szene bestimmen:

"support" (Gegenstände fliegen nicht in der Luft, sondern befinden sich auf dem Boden), Oberlappung (hintereinanderliegende Gegenstände verdecken sich), Auftretenswahrscheinlichkeit eines Objektes in der Szene, spezifische Position innerhalb einer Szene und vertraute Größe der Gegenstände. Während die ersten beiden Relationen ohne semantisches Wissen spezifiziert werden können, gilt das für die letzten drei nicht.[1)]

[1)] *Die Behauptung, bei "support" (auf dem Boden stehen) und Verdeckung (von Objekten) handle es sich um physikalische Merkmale von Objekten beruht u.a. darauf, daß die Komputersimulationsprogramme von Guzman und Winston in der Lage sind, diese Objekteigenschaften festzustellen, ohne die "Bedeutung" der Objekte zu kennen oder eine Idee über die Form der Objekte zu besitzen. Das Wissen, daß es sich dabei um lineare und rechtwinklige Oberflächen solider Objekte handelt reicht dazu völlig aus. Es fragt sich allerdings, ob in diesem Falle das "semantische" Wissen gerade durch die Merkmale Linearität und Rechtwinkligkeit spezifiziert wird.*

In den Experimenten von Biederman (1981) wurde folgende Versuchsabfolge gewählt: erst erschien der Name des "targets", dann ein Fixationspunkt; es folgte für 150 msec. Dauer die Darbietung einer Szene, die durch einen kombinierten Maskier- und Hinweisreiz (Punkt) unterbrochen wurde. Die Aufgabe der Versuchsperson bestand darin, zu entscheiden, ob das "target"-Objekt mit dem durch den Punkt bezeichneten Objekt übereinstimmte (Ja-Nein-Tastendruckreaktion).

Mit zunehmender Zahl der "Verzerrungen" (hinsichtlich Objektgröße, Auftretenswahrscheinlichkeit, Position etc.) nimmt die Fehlerzahl bei den Objektdetektionen zu. "Physikalische" Verzerrungen ("Schweben" der Objekte, Durchsichtigkeit) beeinträchtigen die Objektwahrnehmung nicht stärker als "semantische" Verzerrungen (Größe, Position, Auftretenswahrscheinlichkeit). Außerdem erhöht sich mit zunehmender Zahl der Verzerrungen auch die mittlere Reaktionszeit für die Objekterkennung.

Soll die Versuchsperson Inkongruenzen (Verzerrungen) entdecken, so nimmt die Reaktionszeit um so stärker ab, je mehr Verzerrungen mit dem jeweiligen Objekt vorgenommen worden sind. Auch hierbei gibt es keine Priorität physikalischer gegenüber semantischer Relationen.

In einer Aufgabe, lediglich einen Verzerrungstyp zu entdecken, wobei das Objekt auch noch hinsichtlich anderer (irrelevanter) Relationen verzerrt sein konnte, fand Biederman (1981), daß sich die irrelevanten Verzerrungen ebenfalls (simultan) auf die Erkennungsleistung (Reaktionszeit) auswirken. Auch dieser Befund spricht dafür, daß das Schema eine *integrierte* Repräsentation darstellt.

Biederman (1981) definiert ein Schema als umgreifende interne Repräsentation der Szene, das die Einheiten und Relationen innerhalb der Szene integriert und Zugang zu "semantischen Informationen" gestattet (Auftretenswahrscheinlichkeit, Position, Größe). Die Ergebnisse seiner Untersuchung legen nahe, daß "semantische" Relationen genauso schnell zugänglich sind wie die "physikalische". Es liegt eine simultane Verfügbarkeit vor, wobei beide Relationen

(physikalisch/semantisch) nicht unabhängig voneinander sind, sondern sich gegenseitig verstärken.

Damit werden auch die eigenen theoretischen Überlegungen (S. 330 - 342) gestützt, in denen sich herauskristalliert hat, daß die einzelnen Repräsentations*formen* immer in integrierter Weise wirksam werden. Räumliche Orientierung und semantische Kategorisierung sind zwei Aspekte der ganzheitlichen Szenenrepräsentation vor Beginn der eigentlichen Suche.

Experimentelle Untersuchungen zur Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation

Zur besseren Obersicht sollen die wesentlichen Untersuchungsergebnisse zur Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation zusammengestellt werden. Bei Variation der Expositionsdauer komplexer Szenen findet sich im Erkennungsexperiment, daß eine wesentliche Leistungsverbesserung beim Erkennen (Kategorisieren) der Gesamtszene im Bereich 100 - 300 Millisekunden zu verzeichnen ist (Biederman et al. 1974).

Verbleibt man innerhalb einer visuellen Suchaufgabe und läßt nach Gegenständen suchen, die nicht in die Szenen hineingehören (wobei die Vpn wissen, daß die Gegenstände dann auch nicht vorhanden sind), so wird die Suche im allgemeinen nach etwa 1,2 Sekunden abgebrochen. In diese Zeit gehen jedoch neben der Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation auch Prozesse des Vergleichs und motorische Komponente der Reaktionsvorbereitung und Ausführung ein (Biederman et al. 1973).

Aufgrund von Augenbewegungsuntersuchungen nehmen eine ganze Reihe von Autoren die Existenz von "Orientierungsphasen" an

(Buswell 1935; Karpov, Luria & Yarbus 1968; Gould 1976).

Weite Sakkaden und kurze Fixationsdauer zu Beginn der Bildbetrachtung werden als Kriterium für Orientierungsprozesse gewertet - im Gegensatz zu kurzen Sakkaden und langen Fixationszeiten (Antes 1974; s.a. Abb. Vf. im Anhang).

Bestimmte Bedingungen fördern die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation (verkürzen deren Dauer):

Die vorherige Darbietung einer schematischen Version der Suchszene (Umrißzeichnung) ermöglichen räumliche Orientierung und die Kategorisierung der Szenen (Experiment 4c). Die Vorgabe eines begrifflichen Titels der Szene (priming, Biederman 1981) scheint dagegen wenig nützlich zu sein. Unter bestimmten experimentellen Bedingungen kann damit gerechnet werden, daß die Dauer der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation mit zunehmender Zahl der Versuchsdurchgänge abnimmt; wenn nämlich z.B. die Raumkoordinaten während des gesamten Versuches konstant bleiben (die Bilder also nicht rotiert werden), sich die durchschnittliche Größe der Bildobjekte nicht verändert, die Trennschärfe (Diskriminierbarkeit) konstant gut bleibt und die Invarianten, die die Bildinformation enthalten (Punkte, Linien, Flächen, dreidimensionale schwarz-weiß- oder Farbobjekte) immer die gleichen sind (Antes 1974). Anhand der eigenen Experimente kann dieser Sachverhalt ebenfalls gezeigt werden.

Ist der eigentlichen Suchszene im *vorhergegangenen* Durchgang eine räumlich strukturierte Szene dargeboten worden, so verkürzen sich die Gesamtsuchzeiten; auch diesen Befund kann man als Leistungsverbesserung bei der Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation interpretieren.

Andere Bedingungen beeinträchtigen die Bildung einer ganz-

heitlichen Szenenrepräsentation. Zu diesen Bedingungen gehört die räumliche Unorganisiertheit der Szene (z.B. durch Zerschneiden und nach Zufall zusammensetzen: Biederman et al. 1974 oder Veränderung der oben-unten, rechts-links Positionen: Experiment 1 und 2). Ein situativ ferner Kontextgegenstand verlängert die Zeit zur Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation - allerdings kann der ferne Kontextgegenstand eine orientierende Funktion für *situativ ferne* Suchgegenstände übernehmen (Experiment 3 und 4a).

Je dichter die Gesamtszene aus Einzelobjekten zusammengesetzt ist, um so kleiner ist die Szene (gemessen in Grad Gesichtswinkel), die zur Reproduktion im Wiedererkennungsexperiment genutzt werden kann (Saida & Ikeda 1979). Daraus kann man schließen, daß sich bei größerer Dichte die Geschwindigkeit der Szenenverarbeitung für die gesamte Szene reduziert. Die eigenen Experimente haben ergeben, daß sich größere Objektdichte in einer Verlängerung der Dauer für die Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation auswirkt (Abb. 31, Abb. 32).

Die Wirkung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation besteht im einzelnen in einer Erkennungsschwellensenkung und in der Bereitstellung von Lokalisationsformationen (Experiment 1), so daß in die Szene hineingehörige (situativ nahe) Objekte besser erkannt werden als situativ ferne (Experimente 1 - 4c; Antes et al. 1981).[1)]

[1)] *Biederman (1981) gelangt bei der Untersuchung von Erkennungsleistungen für im Kontext noch wahrscheinliche und niedrig wahrscheinliche Objekte (in szenischem Material und Material mit Einzelobjektanordnung) zu uneinheitlichen Ergebnissen, weil die Probleme der* situativen Nähe *(in organisiertem und unorganisiertem Kontext) und der* kategorialen Nähe *(s.o. S. 315ff.) nicht getrennt analysiert werden (Biederman 1981, S. 240ff.).*

Die "global-lokal"-Kontroverse

Im Zusammenhang mit den strukturellen Überlegungen ist bereits deutlich geworden, daß eine Vielzahl von Autoren annehmen, die Repräsentationshierarchie würde "von oben nach unten" - von der Repräsentation der Gesamtszene hin zu den Details - durchlaufen werden (Hanson & Riseman 1978, Neumann 1980). Wolff (1977) schreibt hierzu:

"Die Fokussierung einer Verarbeitungseinheit setzt stets eine visuelle Analyse auf dem jeweils höheren Repräsentationsniveau voraus, da die Position der zu fokussierenden Verarbeitungseinheit nur auf der höhergeordneten Ebene durch simultane Analyse ausfindig gemacht werden kann. Das Aufsuchen selbst (Zugriff) erfolgt aber auf dem niederen Niveau ..." (Wolff 1977, S. 424f.).

Die Informationsentnahme ist ein "hierarchisch gequantelter" Prozeß,und es müssen alle höheren Repräsentationsebenen durchwandert werden, wenn man eine Verarbeitungseinheit auf einem untergeordneten Niveau fokussieren will.

Die Konsequenz, die man aus diesen Oberlegungen ziehen kann, besteht also darin, daß vor Beginn der eigentlichen Suche die höchste Repräsentationsebene (Repräsentation der Gesamtszene) fokussiert wird und von da aus die Verarbeitungseinheiten geringerer Korngröße (Objekte) durch simultane Analyse angezielt werden. Diese Darstellungsweise entspricht genau dem in den Experimenten immer wieder diskutierten Modell, daß die ganzheitliche Szenenrepräsentation der Entnahme einzelner Informationsstichproben vorausgehe. In der Literatur wird diese Fragestellung meist unter dem Gesichtspunkt der Priorität "globaler" vor "lokaler" Verarbeitung diskutiert (Navon 1977; Martin 1979a, b; Trevarthen 1978; Biederman, Rabinowitz, Glass & Stacy 1974;

Palmer 1975; Broadbent 1977).[1)]

Über die Beziehung zwischen globaler und lokaler Verarbeitung, speziell die zeitliche Reihenfolge und die Interaktion dieser Prozesse, gibt es unterschiedliche Auffassungen: In Untersuchungen des Augenbewegungsverhaltens wird häufig eine "Zwei-Stufen-Theorie" vertreten, wonach eine Orientierungsphase der Analyse informativer Details vorhergehe (Gould 1976; Kundel & Nodine 1978). In ähnlicher Weise nimmt Navon (1977) an, daß die Verarbeitung globaler Merkmale der Verarbeitung lokaler vorhergeht, womit er sich in gestaltspsychologischer Tradition befindet (Wertheimer 1944; Arnheim 1978). Damit kehrt er die Annahme der "feature"-Modelle (Selfridge 1959) und der linearen Informationsverarbeitungsmodelle (Smith 1968) um, daß der Extraktion von "features" die Identifikation des gesamten Reizes folgt.

Bei Navon (1977) werden große Buchstaben aus Elementen von kleinen Buchstaben zusammengesetzt und die Aufgabe der Versuchsperson besteht darin, entweder auf den Großbuchstaben oder den Kleinbuchstaben (der natürlich mit dem Großbuchstaben kongruent oder inkongruent sein kann) mit einer entsprechenden Tastendruckreaktion zu antworten. In den Befunden zeigt sich, daß eine "Störung" der Reaktion zustandekommt, wenn die Versuchsperson auf einen "lokalen" Buchstaben achten soll, der mit dem Großbuchstaben inkongruent ist; soll die Versuchsperson dagegen auf den Großbuchstaben

---

[1)] *Bereits bei Neisser (1967) ist der Gedanke zu finden, daß globale, ganzheitliche Prozesse schnell und sehr früh und in paralleler Weise erfolgen; sie kontrollieren die Aufmerksamkeitswanderungen, liefern jedoch keine detaillierte Struktur. Die Detailanalyse findet langsamer und auf der Grundlage der "globalen" Prozesse - die zur Einheitenbildung beitragen - statt (Neisser 1967, S. 102f.).*

reagieren, so interferiert das lokale Verarbeitungsniveau nicht. Navon (1977) schließt daraus, daß die Verarbeitung globaler Merkmale der Verarbeitung lokaler Merkmale vorausgeht; die globale Analyse ist zur Durchführung der lokalen Analyse obligatorisch, nicht jedoch umgekehrt.

Nach Lison (1981) wirkt sich beim Vergleich der Reize nach globalen Dimensionen (z.B. Größe) die lokale Dimension (z. B. Orientierung einer Linie innerhalb einer Figur) nicht beeinträchtigend aus; muß dagegen die lokale Dimension zur Lösung der Aufgabe beachtet werden, so stört die globale Dimension.

In den Experimenten von Martin (1979b) zeigt sich jedoch, daß die Ergebnisse von Navon (1977) nur dann Gültigkeit besitzen, wenn das globale Merkmal aus einer Vielzahl von Elementen besteht. Wird das globale Merkmal dagegen nur aus wenigen Elementen gebildet, hat die lokale Verarbeitung Priorität vor der globalen. Navon könnte gegen das Experiment von Martin (1979b) einwenden, daß die Reduktion auf wenige, dafür aber große Elemente zur Folge hat, daß der Betrachter "so nahe am Wald ist, daß er den Wald vor lauter Bäumen nicht sieht". Er wird unter den gegebenen Bedingungen einen Baum, statt den Wald sehen.

Die Verarbeitungsrichtung - jedenfalls innerhalb der Logik dieser Experimente - ist offensichtlich vom Gesichtswinkel abhängig. Eine "von oben nach unten" verlaufende Verarbeitung läßt sich für kleine Gesichtswinkel feststellen (Navon 1977), vergrößert man jedoch die Abbildungen, wie dies bei Kinchla & Wolfe (1979) geschehen ist, so kann man eher die umgekehrte Schlußfolgerung ziehen, nämlich daß die lokale Verarbeitung der globalen vorgeschaltet ist.

Bei Kinchla & Wolfe (1979) sollten die Vpn so schnell als möglich eine Reaktionstaste drücken, wenn ein vorher angegebener Zielbuchstabe erschien. Der Gesichtswinkel für das

Display wurde von etwa 5° bis 25° variiert. Die Ergebnisse machen deutlich, daß (entsprechend den Befunden von Navon, 1977) auf den großen Buchstaben schneller als auf die kleinen reagiert werden kann, wenn der Gesichtswinkel nicht größer als 8° ist.[1]) Bei größeren Winkeln wird auf die kleinen Buchstaben schneller als auf den Großbuchstaben reagiert.

Nach Hoffman (1980) werden die Kleinbuchstaben und der Großbuchstabe simultan verarbeitet (encodiert); die Qualität der Information auf jedem Repräsentationsniveau entscheidet jedoch über die Erkennungsgeschwindigkeit und damit die Geschwindigkeit, mit der ein nachfolgender Vergleichsprozeß (comparison stage) sich anschließen kann.

Aus Experiment 1 von Hoffman (1980) läßt sich folgendes Befundmuster entnehmen: Wenn die gesamte Reizanordnung des aus kleinen Buchstaben zusammengesetzten Großbuchstabens foveal fixiert werden kann, wirkt sich das lokale Niveau interferierend aus, falls die Versuchsperson die lokalen Buchstaben beachten soll, der Zielbuchstabe jedoch aus dem Großbuchstaben gebildet wird. Der Betrag der Interferenz ist jedoch gleich groß (nur mit umgekehrtem Vorzeichen), wenn die Versuchsperson den Großbuchstaben beachten soll und der Zielbuchstabe auf dem lokalen Niveau enthalten ist. Bei geteilter Aufmerksamkeit für globale und lokale Merkmale ist die Reaktionszeit für beide Inkongruenzbedingungen (Zielbuchstabe auf globalem, nicht jedoch lokalem Niveau; Zielbuchstabe auf lokalem, nicht jedoch globalem Niveau) gleich.

Hoffman (1980) hat im zweiten Experiment gefunden, daß die Qualität der Information (definiert als Formveränderung) die Verarbeitungsrichtung beeinflußt, so daß eine Bevor-

---

[1]) *Bemerkenswerter ist, daß in diesem Bereich auch ein ganz rapider Abfall der Sehschärfe festgestellt werden kann (vgl. Trincker 1977, S. 691, Abb. 164b).*

zugung globaler *oder* lokaler Verarbeitung stattfinden kann, je nachdem, welche Verarbeitungsebene hinsichtlich ihrer Formklarheit gestört war. Der Autor schließt daraus, daß die Interaktion von globaler und lokaler Verarbeitung von der relativen Sichtbarkeit der Form auf jeder Ebene abhängt.

Hoffman (1980) zieht jedoch die noch weiterreichende Schlußfolgerung, daß jeder Faktor, der die Qualität der Information im "display" beeinflußt, auch Auswirkungen auf die Interaktion von globalen und lokalen Verarbeitungsniveaus hat. Zu diesen Faktoren zählt er Größe, retinale Position, Formqualität und Gestaltfaktoren wie Kontinuität der Kontur, gute Gestalt etc.

Ebenso wie Hoffman (1980) ist auch Martin (1979b) der Ansicht, daß globale und lokale Verarbeitung simultan erfolgen. Zur Erklärung ihrer Befunde (s.S. 42) nimmt Martin (1979b) unterschiedliche Geschwindigkeiten für die Verarbeitung lokaler und globaler Merkmale an. In der Bedingung mit vielen Elementen ist die Geschwindigkeit für Verarbeitungsprozesse globaler Merkmale größer als für solche lokaler Merkmale. Das Umgekehrte gilt in der Bedingung mit wenigen Elementen. Nach Martin wird die Information aus den zwei verschiedenen Quellen (lokal, global) parallel verarbeitet, solange kein Engpaß in der Verarbeitungskapazität auftritt. In ähnlicher Weise geht Palmer (1975b) das Problem an. Er meint, daß die Lösung des "Parsing-Paradoxons" (Wie kann man das Gesicht erkennen, bevor man Augen, Nase, Mund etc. erkannt hat? Und wie kann man Augen, Nase, Mund etc. erkennen, bevor man sie als Teil des Gesichts identifiziert hat?) darin besteht, daß die Interpretation der Teile und des Ganzen simultan sowohl in "bottom up" als auch in "top down" Richtung verläuft. Für Palmer (1975b) ist globale Information solche, die die detaillierte, drei-

dimensionale Repräsentation verläßt und als zunehmend vereinfachte, abstrakte und schematisierte Strichzeichnung die Szene repräsentiert.

Das Durchwandern einer Hierarchie in beiden Richtungen - "von oben nach unten" und "von unten nach oben" - läßt sich im Sinne von Turvey (1977) als Heterarchie beschreiben.

"... a procedure that exploits only unidirectional mappings from lower domain to the next higher domain is significantly limited in its capability to interpret a scene successfully ..." (Turvey 1977, S. 222).

Stattdessen sollte eine flexiblere Strategie so beschaffen sein, daß

"... processing in lower domains can use, as subprocedures, hypotheses generated about structures in higher domains ..." (Turvey 1977, S. 223).

Somit stehen sich zwei widersprüchliche Hypothesen über das Zusammenspiel globaler und lokaler Verarbeitung gegenüber. In der ersten Hypothese wird eine Priorität globaler vor lokaler Verarbeitung angenommen (Navon 1977), während nach der zweiten Hypothese lokale und globale Verarbeitung simultan erfolgen.

Ein wesentliches Argument zur Stützung der Vorrangstellung globaler gegenüber lokaler Verarbeitung besagt, daß Teile von Objekten erst nach der Identifikation des entsprechenden Objektes selber erkannt werden können; außerdem benötigt man das übergeordnete Repräsentationsniveau, um in einem simultanen Prozeß Einzelmerkmale *auffinden* zu können (Hanson & Riseman 1978; Neumann 1980; Wolff 1977). Auch anhand einer Phänomenalanalyse des zeitlichen Verlaufs des Wahrnehmungsgeschehens läßt sich zeigen, daß Wahrnehmungs-

objekte mit steigender Darbietungsdauer zunächst hinsichtlich ihres Ortes, dann hinsichtlich der Figur-Grund Abhebung und zuletzt hinsichtlich ihrer Detailmerkmale repräsentiert sind (Flavell & Draguns 1957).

Wie aber lassen sich dann die von Martin (1979b), Kinchla & Wolfe (1979) und Hoffman (1980) aufgewiesenen Widersprüche erklären?

Zur Beantwortung dieser Frage ist es sinnvoll, sich die Ergebnisse noch einmal für drei unterschiedliche "display"-Größen[1)] (Reizinformation im fovealen, parafovealen und peripheren Bereich) anzuschauen.

Ist die Reizinformation *ausschließlich* im fovealen Bereich enthalten (Hoffman 1980, Experiment 1), so wirkt sich das lokale und das globale Niveau gleichermaßen interferierend aus - wenn das beachtete Niveau widersprüchliche Informationen enthält. Die Oberlegenheit globaler gegenüber lokaler Verarbeitung findet sich im parafovealen Bereich (Navon 1977;[2)] Kinchla & Wolfe 1979), während im peripheren Bereich (über 8° Gesichtswinkel) die lokale Verarbeitung bevorzugt ist (Kinchla & Wolfe 1979).

Die Oberlegenheit globaler gegenüber lokaler Verarbeitung im parafovealen Bereich hat bei Navon (1977, Experiment 3)

[1)] *Eine indirekte Bestätigung für die Annahme der Abhängigkeit des "global-lokal"-Effektes vom Gesichtswinkel läßt sich auch der folgenden Arbeit entnehmen: Vurpillot, Ruel & Castrec (1977, zit. nach Kinchla & Wolfe 1979) benutzten große Formen, die aus kleinen zusammengesetzt waren und boten sie Kindern in verschiedenen Sichtentfernungen dar. Bei langer "freier Betrachtung" ergibt sich Habituation für die große Figur bei weiten Sichtentfernungen und für die kleinen Figuren bei nahen Distanzen.*

[2)] *Navon (1977) hat Reizmuster verwendet, deren vertikale Erstreckung 3° 12' und deren horizontale Erstreckung 3° 47' betrug.*

wahrscheinlich eine einfache Ursache: Die Versuchsperson sollte auf einen Fixationspunkt schauen,und der Testreiz erschien in einer Entfernung von 24 mm in einem der vier Quadranten des Oscilloskopes, d.h. der Kleinbuchstabe war nicht foveal abgebildet.[1] Wenn jedoch der Kleinbuchstabe zum Zeitpunkt des Darbietungsbeginns nicht foveal abgebildet wurde, ist es wenig verwunderlich, daß die Geschwindigkeit für globale Verarbeitung größer als für lokale ist. Dieser Einwand läßt sich jedoch nicht gegen das Experiment von Kinchla & Wolfe (1979) erheben, denn hier lag der Fixationspunkt jeweils in der Mitte des Testreizes und als Testreize wurden die aus Kleinbuchstaben zusammengesetzten Buchstaben E, H oder S verwendet. An der Stelle des Fixationspunktes im fovealen Bereich muß sich also ein Kleinbuchstabe befunden haben und trotzdem sind die Reaktionszeiten auf Kleinbuchstaben länger als auf den Großbuchstaben (wenn der Großbuchstabe 8° Gesichtswinkel nicht überschreitet). Die Oberlegenheit globaler Verarbeitung muß also noch eine andere Ursache haben.

Schaut man sich unter dieser Fragestellung die Testreize von Kinchla & Wolfe (1979) einmal an, so fällt auf, daß die Leistungen für die lokale Verarbeitung der Kleinbuchstaben enorm dadurch verschlechtert werden kann, daß der Abstand zwischen den Einzelbuchstaben verringert (oder die Diskriminierbarkeit auf andere Weise) beeinträchtigt wird.

Eine ähnliche Oberlegung - nur mit umgekehrten Vorzeichen - gilt für die globale Verarbeitung: Wenn die "Güte" der Gesamtgestalt für den Großbuchstaben abnimmt, so verlängern sich die Verarbeitungszeiten. Die Umkehrung der Oberlegenheit globaler gegenüber lokaler Verarbeitung bei größeren

---

[1] *Aus den verfügbaren Angaben läßt sich ein Mindestabstand von 2° errechnen.*

Gesichtswinkeln als 8° (Kinchla & Wolfe 1979) kommt wahrscheinlich dadurch zustande, daß die Klarheit (oder Güte) des Großbuchstabens mit zunehmendem Gesichtswinkel abnimmt (wenn die Großbuchstaben aus Kleinbuchstaben zusammengesetzt sind; vgl. Martin 1979b). Genau dies ist von Hoffman (1980) in Experiment 2 nachgewiesen worden; die Bevorzugung globaler oder lokaler Verarbeitung hängt von der "Formklarheit" ab.

Die Frage, ob es eine Priorität globaler gegenüber lokaler Verarbeitung gibt oder ob globale und lokale Verarbeitung gleichzeitig erfolgen, läßt sich solange nicht entscheiden, wie die "Güte" der Gesamtfigur (Großbuchstabe) bzw. die Schwierigkeit der Diskriminierbarkeit der Kleinbuchstaben nicht kontrolliert sind. Hinzu kommt, daß die Diskriminierbarkeit der Kleinbuchstaben untereinander und die "Güte" der Gestalt des Großbuchstabens in entscheidendem Maße vom Gesichtswinkel abhängig ist: Mit zunehmendem Gesichtswinkel nimmt die "Güte" des Großbuchstabens ab (die Gestalt wird immer schwerer als ein Buchstabe erkenntlich) und die Diskriminierbarkeit für die Kleinbuchstaben nimmt zu.[1)]

Nach Wolff (1977) hängt die Anzahl der "von oben nach unten" zu durchwandernden Repräsentationsebenen erstens von der Aufgabensteilung ab; die Aufgabenstellung legt das Repräsentationsniveau fest, das zur Lösung der Aufgabe erforderlich ist. Zweitens wird die Anzahl der Repräsentationsebenen durch die Komplexität der Reizrepräsentanz (also durch die Möglichkeiten zur vertikalen Gliederung) festgelegt.

Die Befunde von Kinchla & Wolfe (1979), Hoffman (1980) und

[1)] *Eine nachträgliche Durchsicht der Arbeit von Navon (1981) hat ergeben, daß der Autor die Bedeutung der Diskriminierbarkeit der Kleinbuchstaben für den "global-lokal"-Effekt unterschätzt.*

Martin (1979b) sprechen nicht gegen diese theoretischen Annahmen, sie zeigen lediglich, daß die übergeordnete Repräsentationsebene (in Abhängigkeit vom Reizmaterial) unterschiedlich gut genutzt werden kann. Die Verarbeitung kann auch in den beschriebenen widersprüchlichen Fällen sehr wohl "von oben nach unten" verlaufen; die Ergebnisse dieser Verarbeitung wären jedoch nicht besonders gut zur Identifikation verwertbar.

Navon (1981) hat die Diskussion über die Relation globaler und lokaler Verarbeitung erneut eröffnet, indem er die Hypothese *serieller* globaler und lokaler Analyse der Hypothese *simultan* erfolgender globaler und lokaler Verarbeitung - wobei lediglich die Anfangsgeschwindigkeit für die lokale Verarbeitung geringer wäre - gegenüberstellt. Navon (1981) ist der Ansicht, man könne zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht zwischen diesen beiden theoretischen Alternativen entscheiden. Nach den vorliegenden Ergebnissen sollte man jedoch eher die zweite Hypothese der simultan erfolgenden lokalen und globalen Verarbeitung (unter der Annahme unterschiedlicher Geschwindigkeiten) bevorzugen; diese Hypothese steht auch in besserer Obereinstimmung mit der Physiologie fovealer und peripherer Verarbeitung. Information aus dem fovealen und dem peripheren Gesichtsfeld wird simultan verarbeitet, so daß gleichzeitig eine detaillierte Analyse (im fovealen Bereich) und eine Analyse ganzheitlicher[1)] Merkmale (im peripheren Bereich) möglich ist.[2)]

[1)] *Z.B. grobe Formumrisse, Symmetrieeigenschaften etc. (vgl. Navon 1981).*

[2)] *Navon (1981) ahnt offensichtlich auch die Beziehung von globaler und lokaler Verarbeitung zur peripheren bzw. fovealen Wahrnehmung. Innerhalb des strukturellen Repräsentationsebenenmodells (S. 330ff.) bedeutet die Priorität globaler gegenüber lokaler Verarbeitung sowohl die Vorrangstellung größerer visueller Einheiten gegenüber eingebetteten kleineren Einheiten als auch die Vorrangstellung über-*

Die Überlegenheit globaler gegenüber lokaler Verarbeitung - jedenfalls soweit sie sich funktionell auf den Unterschied zwischen peripherer und fovealer Wahrnehmung zurückführen läßt - ist auf unterschiedliche Leitungsgeschwindigkeiten für die (simultan) einlaufenden Informationen zurückzuführen:

"Die dickeren und am schnellsten leitenden Sehnervenfasern, die überwiegend aus der Netzhautperipherie entspringen, verlaufen zu den großzelligen *Schichten. Diese Systeme entsprechen schwerpunktmäßig dem* skotopischen *Sehen, die dünnen, langsamer leitenden Fasern und* kleinzelligen *Schichten dem photopischen System" (Trincker 1977, S. 743).*

Die Erregungen aus den großzelligen Geniculatum-Schichten (hauptsächlich skotopisches System/Netzhautperipherie) werden über Fasern mit dickeren Markscheiden schneller zum visuellen Kortex geleitet als die Erregungen aus den kleinzelligen Geniculatum-Schichten (hauptsächlich photopisches System, Fovea).

Die global-lokal Kontroverse wird häufig in den Kontext der Ortsfrequenzhypothese gestellt. Bei der Formulierung dieser Hypothese wird meist angenommen, daß die Rezeptoren für niedrige Ortsfrequenzen[1)] (globale Eigenschaften) kürzere

---

Fortsetzung Anmerkung 2) S. 356:

geordneter Repräsentationsebenen. In diesem Sinne weisen Pomerantz & Kubovy (1981) darauf hin, daß man beim Gebrauch des Begriffes "lokal" zwischen "räumlich lokal" und "hierarchisch lokal" (auf den unteren, lokalen Ebenen des hierarchischen Verarbeitungssystems befindlich) unterscheiden müsse.

1) In einem unscharf eingestellten Streifenmuster ist die Leuchtdichte parallel zu den Streifen konstant, während sie beim Übergang von einem zum anderen Streifen sich sinusförmig verändert (Graham 1981). Räumliche Frequenz ist als Zahl der "sinusförmigen" Zyklen pro Entfernungseinheit (oder Zahl der "Hell-Dunkel-Paare") definiert. Der Kontrast des Streifenmusters ermittelt sich aus der Differenz von maximaler und minimaler Leuchtdichte. Der Kontrast und die Phase (Position) jeder räumlichen Frequenz eines Reizes werden durch die Fourier Transformation angegeben.

Darbietungsdauer und geringere Anfangsverzögerung aufweisen als die Rezeptoren für hohe Ortsfrequenzen (Breitmeyer 1980; Petersik 1977).

Breitmeyer (1980) unterscheidet zwischen "transient" und "sustained" Kanälen.[1)] Sowohl die Latenzen als auch die Dauer der Persistenz nehmen mit zunehmenden räumlichen Frequenzen zu. Ein kurzer Reiz löst *schnell* eine transiente Reaktion kurzer Dauer aus, während gleichzeitig auch eine "sustained" Reaktion mit langer Latenz und langer Dauer in Gang gesetzt wird.

---

1) Den Modellen räumlicher Frequenz liegt die Annahme zugrunde, es gäbe frequenzspezifische Kanäle (z.B. Rezeptoren). Der output jedes Kanals ist proportional zur Amplitude (und Phase) der kanalspezifischen räumlichen Frequenz. Man könnte nahezu alle von Graham (1981) zusammengestellten psychophysikalischen Experimente mit der Theorie der "Verarbeitungspyramiden" (Schichten abnehmender Auflösungsstärke und folglich unterschiedlicher Sensitivität für räumliche Frequenz) durchsehen. Allerdings wird in dem letzteren Ansatz die "Sensitivität" für unterschiedliche Raumfrequenzen durch die Beschaffenheit und das Spektrum der Reizgrundlage selber - und nicht durch die "Ansprechbarkeit" bestimmter Rezeptoren oder Kanäle - bestimmt.

Graham (1981) weist ganz im Sinne der bislang in der Diskussion vorgeschlagenen Konvergenzmodelle darauf hin, daß sich im Zusammenhang mit der Forschung zu räumlichen frequenzspezifischen Kanälen Modelle herauskristallisieren, die folgende Form besitzen: "A collection of neural units with receptive fields having large excitatory centers is part of a low-spatial-frequency channel; a collection with receptive fields having smaller excitatory centers is part of a higher-spatial-frequency channel, and so forth" (Graham 1981, S. 11). Die räumliche Frequenz, auf die ein Kanal maximal anspricht, ist durch die Größe des rezeptiven Feldes determiniert, wobei größere Felder geringeren räumlichen Frequenzen entsprechen. Das Spektrum der Ansprechbreite für unterschiedliche räumliche Frequenzen kann durch die Zahl der Untersektionen innerhalb eines rezeptiven Feldes variiert werden: je mehr rezeptive Felder (mit exzitatorischen und inhibitorischen Anteilen) innerhalb eines rezeptiven Feldes enthalten sind, um so geringer die "Ansprechbreite" für räumliche Frequenzen (Graham 1981).

Die Fovea ist insbesondere zur Auflösung hoher räumlicher Frequenzen ausgestattet. Entsprechend finden sich in der Fovea hohe Konzentrationen von "sustained" Neuronen (im Gegensatz zum extrafovealen Bereich, wo diese Neurone nicht zu finden sind).

Die Priorität der globalen Verarbeitung ergibt sich auch daraus, daß lokale Verarbeitung lediglich für einen sehr eng umgrenzten Bereich (etwa 1° Gesichtswinkel) möglich ist - nämlich für den Bereich, der foveal scharf abgebildet wird - während globale Verarbeitung im gesamten Feld erfolgt und gewissermaßen den Hintergrund für die lokale Verarbeitung liefert.[1)]

Anhand von ontogenetischen Untersuchungen sollen die beiden Hypothesen simultan bzw. seriell erfolgender globaler und lokaler Verarbeitung erneut gesichtet werden.

Ontogenetische Aspekte globaler und lokaler Verarbeitung (Exkurs)

Bei der Registrierung verbaler Berichte von Erwachsenen und Kindern, die sich zu Bildern äußern sollen, zeigt sich, daß junge Kinder in ihren Kommentaren von einem Merkmal des

---

[1)] *Nach Julesz (1981) besteht der entscheidende Unterschied zwischen Textur (Grund-)wahrnehmung und Figurwahrnehmung darin, daß im letzteren Fall das System die räumliche Position beachtet, während bei der Grundwahrnehmung die räumliche Position ohne Belang ist. Das visuelle System kann in zwei Basisfunktionen unterteilt werden: bewußtes Sehen (Figurwahrnehmung) und Sehen ohne bewußte Aufmerksamkeitszuwendung (Grund- und Texturwahrnehmung). Die Grundwahrnehmung wird als frühes Warnsystem aufgefaßt werden, das zur bewußten Wahrnehmung "umschlägt", wenn Typ A oder Typ B Detektoren stimuliert werden. Typ B Detektoren feuern bei lokalen Merkmalen und Typ A Detektoren bei globalen (große Gebiete).*

Bildes zum anderen springen, ohne auf Zusammenhänge einzugehen. Ältere Vpn legen größeren Wert auf Beziehungen und Klassifikationen (Bruner & Potter 1964).

Bruner, Goodnow & Austin (1956) haben altersspezifische Unterschiede bei der Sortierung von Objekten gefunden. Jüngere Kinder bevorzugen physikalische Ähnlichkeit zur Gruppierung (z.B. Farbe, Größe). Dagegen gruppieren 8-9-jährige häufiger nach funktionalen Gesichtspunkten und nach Oberbegriffen für die Gegenstände.

Diese beiden Befunde zeigen recht deutlich, daß Kinder bildhaftes Material weniger gut kategorisieren und geringere Abstraktionsleistungen erbringen. Es fehlen effektive Kategorien für die Gesamtszene, und die Kinder konzentrieren sich im wesentlichen auf Einzelmerkmale des Bildes - also Repräsentationseinheiten geringer Korngröße (hierfür existieren effektive Schemata).

Die Untersuchungen von Fantz (1961) zur Bevorzugung bestimmter visueller Muster - gemessen mit Hilfe der Blickdauer für einen Reiz, bei paarweise Darbietung zweier Vergleichsreize - ergaben, daß Babies, die weniger als einen Monat alt sind, "echte" Gesichter und Gesichter mit zufällig angeordneten Gesichtsmerkmalen gleich häufig fixieren. Im Alter zwischen einem und vier Monaten fanden sich dann eindeutige Bevorzugungen für die in organisierter Form dargebotenen Gesichter.

Man kann diesen Befund in der Weise interpretieren, daß eine Wahrnehmungsentwicklung notwendig ist, um die höhere Repräsentationsebene "Gesicht" zum Anzielen der untergeordneten Ebenen "Merkmale des Gesichts" nutzbar zu machen.

Nicht nur das Ausmaß und die Geschwindigkeit der Informationsaufnahme (s.u. S. 391ff.) ist bei Erwachsenen größer als bei Kindern, sondern auch die *Art* (oder Qualität) der Informationsaufnahme. Erwachsene können schneller die informationshaltigen und wichtigen Gebiete und Details eines Bildes erfassen. Je verschwommener die Photos eingestellt werden, um so stärker ist die Konzentration auf diese in-

formationshaltigen Gebiete. Das gleiche Phänomen gibt es bei Kindern, jedoch in erheblich schwächerer Ausprägung (Mackworth & Bruner 1970). Die Fähigkeit, informationshaltige Bildbereiche zu beachten, ist auch innerhalb der Population der Kinder vom Grad der geistigen Entwicklung abhängig.

Geistig behinderte Kinder sind weniger gut in der Lage, die Bildgebiete hoher Informationshaltigkeit herauszufinden als normale Kinder (Boersma & Muir 1975). Geistig Behinderten fehlt eine effektive, durch eine übergeordnete, kategoriale Repräsentationsebene gesteuerte (nicht zufällige) Suchstrategie.

Boersma & Muir (1975) boten normalen und geistig retardierten Kindern Bilder dar, die einen inadäquaten Aspekt im komplexen Reizmuster enthielten. Die Vpn sollten die Stelle anzeigen, die unangemessen war. In einer anderen Gruppe von Bildern sollten die Kinder beschreiben, was sich in der Szene abspielte. Retardierte Kinder fokussierten die informativen Gebiete in beiden Aufgaben weniger lange als normale Kinder. Die Autoren vermuten, daß bei retardierten Kindern die Koordination zwischen Analyse und Synthese beeinträchtigt ist.

Mackworth, Grandstaff & Pribram (1973) haben gefunden, daß Kinder, die in ihrer Sprachauffassung schwer beeinträchtigt sind, längere Zeiten auf neue Elemente innerhalb eines Reizmusters schauen. Diese aphasischen Kinder scheinen Schwierigkeiten zu haben, ein internales Modell der "Neuheit" zu bilden und deshalb bleibt ihr Blick am Neuen haften. Sie sind insgesamt reizgebundener (s.u. S. 391ff.).

Aus diesen Befunden ergibt sich also folgendes gemeinsame Bild: Wenn kein adäquates internales Modell der Situation erstellt werden kann, werden informationshaltige Bereiche nicht beachtet; dies ist besonders bei geistig behinderten Kindern der Fall. Besitzt die Aufgabe jedoch eine nicht zu große Komplexität, so daß es möglich wird, die "Gesamtsituation" zu überschauen, so verbleiben die geistig Behinderten übermäßig lange bei den informationshaltigen Teilen.

Sie benötigen also längere Zeit, um sie richtig zu identifizieren und die "Abweichung" zur Gesamtsituation zu verarbeiten.

Die Fähigkeit, informative Bildteile relativ rasch zu selegieren, spricht nach Meinung von Mackworth & Bruner (1970) für eine feine Ballance zwischen fovealer und peripherer Wahrnehmung. Bei verschwommen eingestellten Bildern versuchen nur Erwachsene die wichtigen (informativen) Bildteile durch weite Augenbewegungen miteinander in Beziehung zu setzen. Die Autoren kommen in ihrer Analyse zu dem Schluß, daß die Relation zwischen "Stufen" (kurze Augenbewegungen) und "Sprüngen" (weite Augenbewegungen) für die Wahrnehmungsentwicklung von entscheidender Bedeutung ist. Junge Kinder haben Schwierigkeiten "Stufen" und "Sprünge" in einer effektiven Suchstrategie miteinander zu verbinden. Darin kommt das Problem zum Ausdruck, Detailanalyse und Globalanalyse miteinander zu koordinieren. Die Frage, ob Kinder in ihren Wahrnehmungsprozessen "global" oder "lokal" vorgehen, kann nach Mackworth & Bruner (1970) so beantwortet werden, daß sie beides tun, jedoch sukzessiv und nicht simultan. Sie können die Aufgabe, im Zentrum und an der Peripherie gleichzeitig zu arbeiten, noch nicht bewältigen. Das bedeutet, daß die Theorie, jede Fixation habe eine orientierende und Detailinformation verarbeitende Funktion (Cohen 1977) aus entwicklungspsychologischer Sicht differenziert werden muß und die Gültigkeit dieser Theorie nur auf die Wahrnehmungsfunktionen des Erwachsenen zu begrenzen ist. Damit sind die im Zusammenhang mit der Frage nach der Interaktion zwischen globalen und lokalen Prozessen aufgewiesenen theoretischen Alternativen in Abhängigkeit vom Entwicklungsstand zu beantworten. Wobei das sukzessive Ablaufen globaler und lokaler Prozesse die genetisch frühere Stufe gegenüber dem simultanen Ablaufen die-

ser Prozesse ist.[1)]

In Piagets Theorie ist die Wechselbeziehung von Zentrierung und Dezentrierung von Bedeutung. Die Phase der konkreten Operationen kann erst dann erreicht werden, wenn das Kind in der Lage ist, zwischen der Betrachtung von Einzelmerkmalen und größeren Verarbeitungseinheiten hin und her zu wechseln.

Ob Kinder sich einen Oberblick über das Gesamtbild und das Thema des Bildes verschaffen, läßt sich daran ersehen, wie die *allgemeine Wahrnehmungsaktivität* beschaffen ist: Das Abtasten eines weiten Bildbereiches, wobei viele Fixationen und Sprünge zwischen den verschiedenen Bildregionen zu verzeichnen sind, ist ein gutes Kriterium für einen vorhandenen Oberblick. *Zentrierte Wahrnehmungsaktivität* ist durch eine Konzentration auf bestimmte Merkmale des Bildes gekennzeichnet. Wilton & Boersma (1974) finden auf diesem theoretischen Hintergrund, daß Kinder, die in der Lage sind, die Konservierungsaufgaben von Piaget zu lösen, hinsichtlich ihrer Augenbewegungen auch stärkere allgemeine Wahrnehmungsaktivität (Dezentrierung) zeigen als "Nichtkonserver".

Nach Gibson (1966) verbessern sich im Laufe der Entwicklung die Fähigkeiten, größere Einheiten (Objekte, Szenen etc.) zu identifizieren *gleichzeitig* mit den Fähigkeiten, feinere

---

[1)] *Diese Zusammenhänge kann man auch durch folgendes Beispiel demonstrieren: Mit zunehmendem Alter werden globalere Aspekte des Reizmusters beachtet (Elkind, Koegar & Go 1964). Früchte und Gemüse, die im Stile Archimboldos zu einer größeren Figur (Vogel) zusammengestellt sind, werden von 4-5-jährigen als Früchte und Gemüse identifiziert. Mit 7 Jahren werden sowohl die Einzelteile (Früchte- und Gemüsesorten) als auch die Gesamtfigur (Vogel) berichtet und 8-9-jährige geben die Einzelmerkmale als Teile der Gesamtfigur an ("Ein Vogel, der aus Früchten und Gemüse gemacht wurde").*

Diskriminationsleistungen zu erbringen. Diese Formulierungen besitzen Ähnlichkeit zum "Analyse durch Synthese"-Konzept (z.B. Neisser 1967).

Der Grund für das geringe Ausmaß der visuo-motorischen Exploration und die mangelhafte Selektion informativer Bildteile ist in der fehlenden Verfügbarkeit der übergeordneten (kategorialen) Repräsentationsebene zu suchen. Kinder sind weniger gut in der Lage als Erwachsene einen übergeordneten Rahmen (Bruner, Olver & Greenfield 1966) oder ein mentales Modell (Pribram 1967) des gesamten Bildes zu erstellen.[1)] Deshalb können sie nicht die informativen Details des Erwachsenen selegieren. Diese Erklärung entspricht der Beobachtung von Bruner & Potter (1964) recht gut, daß Kinder in ihren Bildkommentaren weniger klassifizieren und kategorisieren.

Demgegenüber stellt Trevarthen (1978) fest, daß das grundsätzliche Orientierungsverhalten, nämlich die Beachtung dessen, was interessant, relevant oder erregend in der Umgebung ist, bei Babies genauso wie bei Erwachsenen zu finden ist. Aus einer allgemeinen Orientierungsfunktion, in der alle Orientierungsteilsysteme angeboren koordiniert sind, werden proximale und distale Reafferenzpläne differenziert, die die Kontrolle sukzessiver Stufen von Teilorientierung und fokaler Aufmerksamkeit zum Detail bewerkstelligen (Trevarthen 1978).

Nach Trevarthen (1965) dient das zentrale Sehen der Identi-

---

1) *In Einzelfallbeobachtungen an Kindern findet man gehäuft Beispiele dafür, wie Merkmale von Objekten, aufgrund eines fehlenden übergeordneten Bezugsrahmens falsch interpretiert werden. So bezeichnete mein zweieinhalbjähriger Sohn den faserigen Fortsatz einer stark vergrößerten schwarzen Johannisbeere als "Kran".*

fikation und das periphere Sehen der Lokalisation. Das periphere (diffuse) System hat eine Lokalisationsfunktion und selegiert die Objekte für die foveale Wahrnehmung. Auf diese Weise kann eine Verwirrung durch allzuviele Detailinformationen vermieden werden (s.u. S.378ff.). Im Laufe der Entwicklung werden die Intentionen elaboriert, die Diskriminationsfähigkeit für Objekte nimmt zu, und die Handlungsmöglichkeiten erweitern sich. Trevarthens (1978) Sichtweise würde es also eher entsprechen zu sagen, daß die Ausweitung der Möglichkeiten für globale Verarbeitung (im Laufe der Entwicklung) funktional der Ausweitung des Intentions- und Handlungsspielraumes entsprechen. Insofern würde sich entgegen der Annahme von Mackworth & Bruner (1970) nicht der grundsätzliche Orientierungsmechanismus ändern, indem sich globale und lokale Prozesse von sukzessiver zu simultaner Verschaltung hin entwickeln, sondern im Zuge der Entwicklung könnten (im Sinne Gibsons) Invarianzen immer höherer Ordnung extrahiert und zur Detailanalyse genutzt werden.

Die gemeinsame Grundlage dieser theoretischen Alternativannahmen wird verständlich, wenn man sich vor Augen hält, daß die Annahme von Mackworth & Bruner (1970) aus der Perspektive von Belastungsbedingungen und unter der Anforderung, das gesamte Bild gemäß einer Erwachsenensichtweise abzutasten, formuliert wird, während Trevarthen (1978) eine funktionale Identität der Prozesse bei Erwachsenen und Kindern annimmt, wenn man nur die "Korngröße" der Wahrnehmungseinheiten verändert.

B. Entnahme einzelner Informationsstichproben: Größe und qualitative Beschaffenheit

Die bisherigen Betrachtungen waren auf die Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche gerichtet. Erst durch die Sequenz der Fixationen und der damit verbundenen Entnahme von Informationsstichproben wird der *Verlauf* des Wahrnehmungsgeschehens deutlich.

Im Zuge der phylogenetischen Entwicklung der Sinnesorgane haben sich Systeme herausgebildet, die ein sehr hohes Auflösungsvermögen bei der Identifikation von Details im fovealen Bereich gestatten. Damit hat sich jedoch gleichzeitig das Problem ergeben, die Umwelt in einer Sequenz von Fixationen zu durchmustern, wobei erstens die Abfolge der Durchmusterungsschritte sinnvoll gesteuert werden und zweitens die Ergebnisse der Einzelfixationen verarbeitet und integriert werden müssen.

Auf das Problem der Steuerung der Abfolge von Fixationen wird in einem gesonderten Abschnitt (s.S. 378ff.) einzugehen sein. Es sei jedoch bereits an dieser Stelle bemerkt, daß eine sinnvolle Abfolge nur durch eine übergeordnete Repräsentationsebene gewährleistet werden kann.

Eine kontrollierte Informationsentnahme ist nach Wolff (1977) an die räumliche Fokussierung gebunden;[1)] um eine räumliche Fokussierung durchführen zu können, muß eine kontrollierte Lenkung erfolgen, wobei dem gesamten Vorgang eine Repräsentationshierarchie mit mehreren Ebenen zugrunde liegt und

---

[1)] *Nach Wolff (1977) gibt es einen "Fokussierungszwang", d.h. die Notwendigkeit zur unwillkürlichen, passiven Fokussierung. In diesem Fall wird jedoch immer nur die oberste Repräsentationsebene beachtet. Zu einem Zeitpunkt kann jeweils nur eine Verarbeitungseinheit fokussiert werden.*

jede Ebene Verarbeitungseinheiten unterschiedlicher Größe enthält (die Zahl der Verarbeitungseinheiten nimmt mit zunehmender Höhe ab). Damit eine untergeordnete Repräsentationsebene beachtet werden kann, müssen alle übergeordneten durchwandert worden sein (von oben nach unten). Ein Gegenstand muß auf einer übergeordneten Repräsentationsebene bereits repräsentiert sein (natürlich nicht mit allen seinen Merkmalen), damit er aufgesucht werden kann. Durch die Fokussierung (bewußte Aufmerksamkeitszuwendung) auf dem untergeordneten Repräsentationsniveau werden neue und bislang nicht zugängliche Merkmale verfügbar (Neumann 1980).

In den bisherigen Oberlegungen ist die Entnahme von Informationsstichproben mit den jeweiligen - objektiv registrierbaren - Fixationen des Augenbewegungsmusters gleichgesetzt worden. Diese Gleichsetzung ist aus zwei Gründen nicht ganz unproblematisch.

Erstens bereitet es technische Schwierigkeiten, eine Fixation festzustellen. Das Auge befindet sich in der einen oder anderen Form *ständig* in Bewegung, woraus sich leicht Klassifikationsprobleme ergeben können, denn Tremor, Drift und Mikrosakkaden müssen von willkürlichen Augenbewegungen unterschieden werden. Im allgemeinen wird ein recht formales Kriterium zur Bestimmung der unterschiedlichen Augenbewegungstypen bei der Analyse von Rohdaten angelegt: alle Bewegungen, die einen bestimmten Gesichtswinkel überschreiten, werden als Fixationen gewertet. Ober die Gesichtswinkel, von dem ab eine Augenbewegung als Fixation gewertet wird, herrscht keine Einigkeit.[1)] Es ist jedoch sinnvoll,

---

[1)] *Die Angaben schwanken hier von 1° bis 7° Gesichtswinkel (Vurpillot 1968) und werden durch Auflösungsgenauigkeit der Registrierapparatur mitbestimmt.*

ein *funktionales* Definitionskriterium zur Bestimmung einer Fixation zu wählen. Dieses funktionale Kriterium ergibt sich aus der strukturellen Beschaffenheit des Auges, das eine besonders feine Auflösung im fovealen Bereich gestattet (1° Gesichtswinkel) und andererseits aus der Größe der Mikrosakkaden, die den "drift" der Augen kompensieren und normalerweise die Größe von 10 Bogenminuten nicht überschreiten. Daher ist es sinnvoll, alle Augenbewegungen, die 1° Gesichtswinkel überschreiten, als Sakkaden und alle Bewegungen, die unter 1° Gesichtswinkel liegen, als Fixationen zu definieren.

Das zweite und schwierigere Problem liegt darin, daß mit der Fixationsstelle noch nicht dasjenige festgelegt ist, was beachtet wird; die Fixationsstelle sagt nichts über die Repräsentationsebene aus, auf die die Aufmerksamkeit gerichtet ist - es können an der Fixationsstelle unterschiedlich große Ausschnitte beachtet werden (z.B. Teile von Objekten, Einzelobjekte oder Anordnungen von Objekten). Gibson (1979) beschreibt dieses Problem folgendermaßen:

"It is also a fallacy... to assume that a series of fixations is a series of acts of selective attention to the different objects *in the world. Each fixation would then be a centering of foveal attention on one object to the exclusion of other objects ... But the truth is that attention is not only selective, it is also integrative ... The awareness of details is not inconsistent with the awareness of wholes ... Hence, a whole series of fixations can be a single act of attention" (Gibson 1979, S. 213).*

Die Größe der entnommenen Informationsstichprobe ist u.a. von der Aufgabenstellung, von der Beschaffenheit des Reizmaterials und vom Training und kognitiven Entwicklungsstand abhängig. Auf diese Bestimmungsfaktoren soll im folgenden eingegangen werden.

Größe der entnommenen Informationsstichproben

Das funktionale visuelle Gesichtsfeld kann als das räumliche Ausmaß der Informationsstichprobe definiert werden, innerhalb derer ein Objekt erkannt werden kann (Scheerer 1978b; Bouma 1978). Die physiologischen Grundlagen des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes liegen in der unterschiedlichen Verteilungsdichte von Zapfen und Stäbchen im fovealen und peripheren Netzhautbereich. Die Fovea, in der genaues und detailliertes Bildsehen möglich ist, hat lediglich ein Ausmaß von ungefähr 1° vertikaler und 2° horizontaler Erstreckung.[1)] Daher müssen sich die Augen in Sprüngen über das Bild bewegen, um interessante Regionen detailliert überprüfen zu können. Periphere Wahrnehmung hat die Funktion, informationshaltige Gebiete auszumachen (Mackworth & Morandi 1967; Loftus & Mackworth 1978).

Das funktionale visuelle Gesichtsfeld kann mit unterschiedlichen Methoden ermittelt werden. Am gebräuchlichsten sind jedoch die Messungen des Entdeckungsabstandes (Entfernung der Fixationsstelle vom "target"), der Sakkadenweite (zwischen aufeinanderfolgenden Fixationen), der Entdeckungsfehler und der Fixationsdauer. Häufig ist es sinnvoll, mehrere dieser Maße gleichzeitig zu erheben, da Leistungseinbußen bezüglich eines Maßes durch Leistungssteigerungen bezüglich eines anderen Maßes kompensiert werden können.

Im klassischen visuellen Suchexperiment (Neisser 1967) läßt sich die Größe der entnommenen Informationsstichprobe an der Steigung der Suchzeitfunktion ablesen; die Steigung gibt an, wieviel Zeit pro Informationsstichprobe benötigt

---

[1)] *Enoch (1959) vertritt die Auffassung, daß das funktionale visuelle Gesichtsfeld eine größere horizontale als vertikale Erstreckung besitze; dies wäre aufgrund der erwähnten Maße der Fovea wenig verwunderlich.*

wird. Die Steigung dieser Suchzeitfunktion ist u.a. wesentlich von der kategorialen Nähe des Suchobjektes zu den Kontextgegenständen, von der visuellen Ähnlichkeit, von der räumlichen Dichte der Kontextgegenstände und von der "Redundanz" (z.B. Wiederholung der Objekte) abhängig (Jonides & Gleitman 1976; Neisser 1963; Gould 1973; Rabbitt, Cumming & Vyas 1977).

Nelson & Loftus (1980) haben Farbbilder "naturalistischer" Szenen (im Ausmaß von 10° Gesichtswinkel) mit variabler Expositionsdauer (250 msec., 500 msec., 750 msec., 1000 msec. und 3000 msec.) dargeboten und in einer ersten Untersuchungsphase die Augenbewegungen registriert. Die Darbietung wurde durch einen Maskierreiz abgebrochen. In einer zweiten Phase wurden dann die Wiedererkennungsleistungen für Einzelobjekte (5° bis 1° Gesichtswinkelgröße) aus der Szene geprüft, indem zwei Szenen übereinander dargeboten wurden, die bis auf das "kritische Objekt" vollständig identisch miteinander waren. In den Ergebnissen der Experimente zeigt sich, daß die Erkennungsleistung mit zunehmender Entfernung des Fixationspunktes vom "kritischen Objekt" abnimmt, bis sie bei 1,8° Entfernung Zufallsniveau (50 %) erreicht. Das funktionale visuelle Gesichtsfeld beträgt also in diesen Experimenten etwa 3,6° Gesichtswinkel. Mit zunehmender Zahl der Fixationen auf dem "kritischen Objekt" nimmt die Erkennungsgenauigkeit im nachträglichen Test zu. Erhöht man die Gesamtexpositionsdauer für das Bild auf 3 Sekunden, so ist die Erkennungsleistung auch bei einem 3,6° Gesichtsfeld noch weit über dem Zufallsniveau; d.h. das funktionale visuelle Gesichtsfeld ist bei längerer Expositionsdauer geweitet und Informationen aus peripherer gelegenen Bereichen können zum Teil auch noch mitverwertet werden (s.a. Biederman et al. 1974; Antes, Penland & Metzger 1981).

Im einzelnen steht die Größe des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes in einem komplexen Bedingungsgefüge von "physikalischen", "semantischen" und Aufgaben-Faktoren.

Mit zunehmender Dichte der Kontextelemente reduziert sich das funktionale visuelle Gesichtsfeld - gemessen über die Sakkadenweite unmittelbar vor dem Auffinden des Suchobjek-

tes (Entdeckungsabstand) (Widdel 1981).[1)] Einzelobjekte, die den Gegenstand, der erkannt werden soll, flankieren, verkleinern das Gesichtsfeld (Bouma 1978). Verringert man den Abstand zwischen den Kontextelementen, so reduziert sich das funktionale visuelle Gesichtsfeld - gemessen über die Fixationsdauer, die Zahl der notwendigen Fixationen, die Entdeckungsfehler etc. (Mackworth 1976). Auch beim Zugrundelegen von Reaktionszeitmaßen gelangt man zu der Schlußfolgerung, daß sich mit zunehmender Objekt- und Merkmalsdichte die Größe der aufgenommenen Informationsstichprobe reduziert (vgl. Experiment 2 und 4, S. 222ff.). Die visuelle Ähnlichkeit des "targets" zu den Kontextitems führt zur Reduktion des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes (Engel 1971; Bartz 1976).

Das funktionale visuelle Gesichtsfeld wird ebenfalls durch eine unregelmäßige Anordnung von Kontextelementen (um das "target" herum) eingeengt (Brown & Monk 1975). Die Größe der entnommenen Informationsstichprobe wird durch die räumliche Organisation der Szene mitbestimmt. In räumlich unorganisierten Szenen (oben-unten-/rechts-links-vertauscht) können nur vergleichsweise kleinere Informationsstichproben pro Zeiteinheit entnommen werden als in räumlich organisierten Szenen (Experiment 1, 2 und 2A). Im Augenbewegungsmuster wird das kleinere funktionale visuelle Gesichtsfeld daran sichtbar, daß die Gesamtstrecke des zurückgelegten Augenpfades in unorganisierten Szenen größer ist, da periphere Information nicht so effektiv genutzt werden kann

---

[1)] *Aufgrund der unterschiedlichen Sensitivität der menschlichen Retina für die verschiedenen Farben in Abhängigkeit von der Position des "targets" im Gesichtsfeld ist zu erwarten, daß das funktionale visuelle Feld für verschieden farbige "targets" unterschiedlich ausfallen sollte. "Grün" ist in einem relativ kleinen Gesichtsfeldanteil als Farbe zu erkennen. Erstaunlicherweise findet Widdel (1981) gerade für diese Farbe das größte funktionale visuelle Gesichtsfeld.*

(Saida & Ikeda 1979). Außerdem ist in unorganisierten Szenen eine größere Entfernung zwischen den Einzelfixationen (Sakkadenweite) zu verzeichnen als in organisierten Szenen. Kapoula (1981) findet, daß die Fixationsdauer mit zunehmender Größe der unmittelbar vorhergehenden Sakkade zunimmt und schließt daraus, bei größeren Sakkadenweiten könne weniger periphere Information verarbeitet werden, folglich müsse die Informationsverarbeitungsdauer (Fixationszeit) zunehmen.

In Experiment 2 war gefunden worden, daß eine begriffliche Vorgabe des Suchgegenstandes die Größe der entnommenen Informationsstichproben reduziert; wird der Suchgegenstand dagegen als Bild vorgegeben, so besitzt das funktionale visuelle Gesichtsfeld größere Ausmaße. Das funktionale visuelle Gesichtsfeld ist in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Suchobjektes (z.B. Größe, Farbigkeit etc.) unterschiedlich groß.

Je schwieriger foveal dargebotene Figuren zu identifizieren sind, um so schlechter kann man die Position von "targets", die in der Peripherie dargeboten werden, angeben (Ikeda & Takeuchi 1975). Das funktionale visuelle Gesichtsfeld wird außerdem unter "stress" und Belastung im allgemeinen eingeengt[1)] (Mackworth 1965: "stress causes tunnel vision").

Im Gegensatz dazu hat Cornsweet (1969) gefunden, daß Information, die in der visuellen Peripherie dargeboten wurde - die jedoch *aufgabenrelevant* zur Lösung der primären Aufgabe im fovealen Bereich war - erheblich stärker unter "arousal"-Bedingungen verwertet wurde als unter "nonarousal"-

---

[1)] *Durch Training kann das funktionale visuelle Gesichtsfeld erweitert werden (Scheerer 1978b).*

Bedingungen. Dieser Befund scheint im Gegensatz zu dem üblichen Befund zu stehen, daß "stress", "arousal" oder Belastung die Informationsaufnahme aus der Peripherie eingrenzen. Neumann (1980) interpretiert diesen Befund in der Weise, daß hier eine verstärkte "... Bevorzugung der wichtigeren von zwei gleichzeitigen *Handlungen* besteht (...)" (Neumann 1980, S. 456) und keine Einengung des funktionalen Gesichtsfeldes. Allerdings kann man gegen das Experiment von Cornsweet (1969) einwenden, daß die Vergabe von "shocks" (und die damit verbundene "arousal"-Steigerung) lediglich zur Verwertung - im übrigen *vorher* dargebotener - peripherer Lichtreize *motiviert* (Easterbrook 1959).

Die Interpretation Neumanns (1980) widerspricht nicht unbedingt dem Konzept des "funktionalen visuellen Gesichtsfeldes", wenn man - schon aufgrund der unterschiedlichen funktionellen Organisation von fovealen und peripheren Bereichen (s.S. 378ff) - dem Zentrum und der Peripherie auch unterschiedliche *Aufgaben* zuordnet (Primäraufgabe im Zentrum, Sekundäraufgabe in der Peripherie).

Nimmt man alle Befunde, die zur Eingrenzung bzw. zur Erweiterung des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes führen, so kann man zu der Schlußfolgerung gelangen, daß Veränderungen auf der Repräsentationsebene der Datenbasis ("physikalische" Faktoren), auf der Ebene von Schemata und auf der Ebene von Kategorien höherer Ordnung jeweils mit Veränderungen des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes verbunden sind.

Qualitative Beschaffenheit einzelner Informationsstichproben

In den bisherigen Oberlegungen ist immer davon ausgegangen worden, die einzelnen Informationsstichproben seien in sich "homogen" und "diskret" und nicht überlappend. Die Annahme

cer "Homogenität" einer Informationsstichprobe besagt, daß alle in der Stichprobe enthaltene Information mit gleicher Qualität (z.B. Deutlichkeit oder Klarheit) repräsentiert sei. Dagegen könnte man einwenden, daß die physiologischen Grundlagen eher ein zur Peripherie hin abnehmendes Deutlichkeitsfeld vermuten lassen würden, wobei die Information im zentralen Bereich besonders präzise repräsentiert wäre.

Die zweite Annahme der "diskreten" Grenze einer Informationsstichprobe zur Umgebung hin hängt eng mit der ersten Annahme zusammen, insofern als kein kontinuierlich abnehmendes Deutlichkeitsfeld, sondern ein nicht stetiger Übergang postuliert wird.

Die dritte Annahme der nicht überlappenden Informationsstichproben besagt, daß jede Informationsstichprobe neue Informationen enthält, ohne daß die aufeinanderfolgenden Informationsstichproben einen "Oberschneidungsbereich" hätten. Der schärfste Kritiker aller dieser Annahmen ist Gibson (1966, 1979). Nach Gibson (1979) führen Körperbewegungen, Kopfbewegungen und Augenbewegungen zu aufeinanderfolgenden Wahrnehmungsstichproben der optischen Anordnung. Zwei aufeinanderfolgende Stichproben überlappen sich immer; d.h. von einer Fixation zur nächsten erfolgt kein abrupter Übergang, sondern beide Fixationen enthalten eine Schnittmenge. Die gemeinsame Struktur der Informationsstichproben - das Bleibende im Wechsel - bezeichnet Gibson als Invarianz trotz Transformation. Die Invarianz der Schnittmengen wird registriert und bildet die Grundlage der Wahrnehmung überhaupt. Jede Informationsstichprobe ist ein sich veränderndes Segment, mit Elementen, die fortdauernd an den Rändern eingeschlossen bzw. ausgeschlossen werden.

"To say only that the field of view 'moves' over the world as the head moves is inexact and insufficient; the world is revealed and concealed as the head moves ..." (Gibson 1979, S. 118).

Der Teil der Struktur, der bei Kopf- und Augenbewegungen aus dem Blickfeld gerät, wird durch ein neu hinzukommendes Teil ergänzt. Es handelt sich hierbei um einen reversiblen Übergang.

"To perceive the persistence of surfaces that are out of sight is also to perceive their coexistence with those that are in sight. In short, the hidden is continuous with the unhidden; they are connected" (Gibson 1979, S. 209).

Gibson (1966, 1979) kritisiert an der "Stimulus-Sequenz-Theorie" die Annahme, wir nähmen die Welt als Sequenz von Schnappschüssen wahr, die den einzelnen Fixationen entsprächen. Dagegen wendet Gibson (1979) ein, daß die Fovea über die Struktur der visuellen Welt gleite und diese Struktur invariant bleibe. Es gäbe keine Sukzession diskreter Bilder - weder beim "scanning" noch beim Umherblicken.

Die Theorie der Entstehung der Szene aus einer Sequenz von Schnappschüssen ist nach Gibson (1979) unhaltbar. Man sei sich der Szene bewußt, aber nicht der Sequenz der Fixationen und des Ortes der Fixationen - schon gar nicht der zeitlichen Abfolge und Dauer der Fixationen.

Nimmt man an, daß die Umweltwahrnehmung aus einer Sequenz von schnappschußartigen Bildern besteht, so stellen sich verschiedene Probleme: Wie werden die einzelnen Bilder verarbeitet, interpretiert und miteinander integriert?

Die Frage, wie eine Folge von Stichproben in eine simultane Szene verwandelt wird, stellt sich nur dann, wenn man annimmt, daß jede Stichprobe völlig verschieden von der nächsten sei. Dann wird auch die Annahme von Gedächtnis und Integration der Einzelstichproben notwendig. Gibson betont, daß sich die Struktur der Teile der optischen Situation

nicht von einem Augenblick zum nächsten verändere. Gerade diese Struktur sei es jedoch, die das Nervensystem wahrnehme.

Aus dieser Darstellung der Theorie Gibsons über die Beschaffenheit von Informationsstichproben wird deutlich, daß sich Gibson auf einen ganz anderen - eher "sensorischen" - Aspekt der "Informationsstichproben" bezieht: einen Aspekt, der für die *Konstanz* und *Kontinuität* der Wahrnehmungswelt verantwortlich ist und (z.B.) mit unmittelbar aufeinanderfolgenden, gegenander verschobenen Reizereignissen im Sinne der Autokorrelationstheorie (s.o. S. 280f.) plausibel gemacht werden könnte - wobei die "Verschiebung" durch Mikrosakkaden (evtl. auch Sakkaden) zustande kommen könnte. In Bezug hierauf ist gegen die Theorie Gibsons nichts einzuwenden, und es erscheint tatsächlich sinnvoll und notwendig zu sein, die Qualitäten der Oberlappung und fließende Obergänge bei "Informationsstichproben" anzunehmen. Aus der Darstellung der Annahmen Gibsons wird jedoch auch ersichtlich, daß diese Bildverarbeitungstheorie unspezifisch hinsichtlich der *Aufgaben*, Tätigkeiten oder Handlungen des Wahrnehmenden ist: Ein Beobachter spaziert in einer ökologischen Umweltsituation herum, ohne bestimmte Aufgaben und Ziele - diesen Eindruck gewinnt man auch von dem Wahrnehmungssubjekt, das Gibson (1979) in seinem neuesten Buch beschreibt.

Stellt man die Versuchsperson vor ganz bestimmte Aufgaben, so lassen sich sehr wohl klare Grenzen für die einzelnen Informationsstichproben angeben (s.S. 369ff. zum funktionalen visuellen Gesichtsfeld). Größe und Beschaffenheit der Informationsstichproben sind von drei wesentlichen Bestimmungsgesichtspunkten abhängig. Dasjenige, was die Information ausmacht, ist von der *Art* des Bildmaterials abhängig (s. S. 222ff.). Bei Photos, auf denen lediglich *ein* Objekt

enthalten ist, werden häufig die Ränder der Objekte oder bei einem Gesicht die Augen und der Mund als besonders informationshaltig eingeschätzt (dieser Sachverhalt läßt sich auch am Augenbewegungspfad ablesen). Dagegen richtet sich die Informationshaltigkeit in komplexen Szenen einerseits nach dem momentan dominanten Handlungsablauf (Fußballspieler, der gerade den Ball ins Tor schießen will) und andererseits nach ungewöhnlichen, neuen oder abweichenden Ereignissen in der Situation (z.B. situativ ferne Objekte) (Mackworth & Morandi 1967; Loftus & Mackworth 1978; Pollack & Spence 1968).

Ein zweiter wesentlicher Bestimmungsgesichtspunkt der Information einer Stichprobe liegt in der gerade dominanten Aufgabenstellung. Bei der Suche nach bestimmten Objekten sind andere Bildteile informationshaltiger - nämlich alle diejenigen, die eine bestimmte visuelle und konzeptuelle "Ähnlichkeit" mit dem Suchgegenstand besitzen (z.B. Objekte ähnlicher Größe, Farbe, Kategorie) - als bei der freien (oder "ästhetischen") Betrachtung, bei der evtl. bestimmte Merkmale des Bildaufbaus auffallen. Dieser Gesichtspunkt ist in ausführlicher Weise von Yarbus (1967) erläutert worden; soll z.B. das Alter der Personen, die auf einem Photo abgebildet sind,geschätzt werden, so ergibt sich ein spezifisch anderes Augenbewegungsmuster, als wenn die materiellen Umstände dieser Personen geschätzt werden sollen. Die Beispiele ließen sich hier ins Unendliche vermehren: Je nach Interessenlage und Aufgabenstellung verändert sich dasjenige, was die Information auf einem Bild ausmacht.

Was die Information einer Stichprobe ausmacht, ist drittens jeweils nur in Abhängigkeit vom kognitiven Entwicklungsstand festzumachen. Säuglinge fixieren Ecken, Winkel und Kanten, darin liegt die wesentliche Information. Geistig behinderte Kinder beachten andere Bildmerkmale als normale

Kinder - häufig *visuell* hervorstechende Bildteile, die von der Erwachsenenstichprobe als wenig informativ (wenig zur Gesamtaussage des Bildes beitragend) skaliert worden sind.

Daher ist die Theorie der Informationsstichproben von Gibson (1979) korrekt, was die Stabilität der Wahrnehmungswelt und die Objektpermanenz betrifft, nicht jedoch hinsichtlich der Verarbeitung von Informationen bei bestimmten Aufgabenstellungen. In definierten Aufgabensituationen verändert sich die Größe der entnommenen Informationsstichproben sehr wohl (vgl. funktionales visuelles Gesichtsfeld). Auch eine Änderung der Parameter des Bildmaterials (Dichte der Objekte, räumliche Organisation etc.) verändert die Größe der entnommenen Informationsstichprobe.

C. Abfolge und Programmierung einzelner Informationsstichproben

Programmierung einzelner Sakkaden

Es herrscht bislang Uneinigkeit darüber, mit welchen Zeitanteilen okulomotorische Faktoren und Faktoren kognitiver Verarbeitung in die Fixationsdauer jeweils eingehen (Oberblick bei Salthouse & Ellis 1980).

Salthouse & Ellis (1980) finden, daß die Fixationsdauer mit zunehmender Entfernung der unmittelbar vorausgehenden Sakkade zunimmt. Durch die "target"-Komplexität, also das Ausmaß der notwendigen Informationsverarbeitung, wird die Fixationsdauer jeweils um eine additive Konstante erhöht. Aus den Untersuchungen von Salthouse & Ellis (1980) folgt, daß sich die Fixationsdauer aus zwei Komponenten zusammensetzt.

Die erste Komponente wird im wesentlichen durch die Größe der vorausgehenden Sakkade bestimmt. Etwa 200 msec. werden benötigt, um die vorausgehende Sakkade zu stoppen und die neue Sakkade einzuleiten. Die Größe der zweiten Komponente richtet sich nach dem Ausmaß der notwendigen Informationsverarbeitungsprozesse am "target".

Physiologische Untersuchungen haben viel zur genaueren Klärung der Sakkadenprogrammierung beigetragen. Die Latenzzeit für eine Sakkade beträgt durchschnittlich etwa 200 msec.[1)] Zwischen der Amplitude einer Sakkade (in Grad Gesichtswinkel) und der Dauer der Sakkade besteht eine lineare Beziehung derart, daß die Dauer bei kurzen Sakkaden (10° und weniger) etwa bei 20 - 30 msec. liegt und mit zunehmender Amplitude linear ansteigt (bei 60° Amplituden beträgt die Dauer etwa 120 msec.) (Becker unpubl., zit. nach Kornhuber 1978, S. 381).

Nach Kornhuber (1978) können die Entscheidungs- und Programmierungsprozesse für zwei Sakkaden zeitlich überlappend verlaufen; es braucht also nicht 200 msec. abgewartet zu werden, ehe die zweite Sakkade der ersten folgen kann. Dieser Mechanismus ist vor allem bei großen Sakkaden sinnvoll, die nicht in einem Schritt fehlerfrei am Zielort landen können; große Sakkaden werden daher häufig zu kurz ausgeführt und

---

[1)] *Becker, Hoehne, Iwase & Kornhuber (1972) haben Potentialveränderungen bei sakkadischen Augenbewegungen registriert. Sie finden ein Bereitschaftspotential (0,8 Sekunden vor der Bewegung), das sie als "Erwartungswelle" interpretieren, die nur bei entsprechender Aufmerksamkeit und Vorbereitung der Vp auf ein vorhersagbares Reizereignis hin auftritt. Als zweites Potential folgt etwa 150 msec. vor der Augenbewegung eine "prämotorische Positivierung", die durch das Augenmuskelpotential bei Sakkadenbeginn abgelöst wird. 150 bis 200 msec. nach Ende der Bewegung sind dann evozierte Potentiale in der parieto-okzipitalen Gegend registrierbar.*

mit Hilfe einer kleinen Korrektursakkade berichtigt. Becker (1976) hat gefunden, daß die Korrektursakkade auch ohne Fehlermessung am Ende der Hauptsakkade ausgeführt werden kann. Für die Korrektursakkade ist nicht unbedingt eine visuelle Afferenz notwendig. Möglicherweise wird eine Efferenzkopie der Hauptsakkade mit der Zielposition verglichen. Noch vor Abschluß der Hauptsakkade kann der berechnete Fehler zur Programmierung der Korrektursakkade führen. Für diese Annahme sprechen die sehr kurzen Latenzen von Korrektursakkaden (50 - 80 msec.).

Becker (1976) konnte nachweisen, daß bei Sakkaden, die das Ziel um nicht mehr als 2 - 3° Gesichtswinkel verfehlen, die Latenzen für die Korrektursakkade der normalen sakkadischen Reaktionszeit entspricht, woraus man schließen kann, daß in diesen Fällen retinales "feedback" notwendig ist, um den Fehler zu korrigieren. Liegt der Fehler der Hauptsakkade dagegen über 2 - 3° Gesichtswinkel (jedoch unter 10°), so kann die Korrektursakkade mit einer Latenz von 120 - 140 msec. ausgeführt werden. Bei extrem großen Fehlern (über 15°) kann die Korrektur innerhalb von 50 - 80 msec. erfolgen. Aus diesen letzteren Fällen schließt Becker (1976), daß noch während des Verlaufs der Hauptsakkade die Korrektursakkade vorbereitet werden kann (ohne verfügbare retinale Afferenz). Lediglich bei kleinen Fehlern ist retinale Afferenz zum Einleiten einer Korrektursakkade notwendig, was man an den langen Latenzen bis zur Auslösung der Korrektursakkade ablesen kann. Wenn am Ende der Hauptsakkade das "target" hinsichtlich seiner Position verändert wird, sind ebenfalls normale (oder eher noch verlängerte) Reaktionszeiten bei der Auslösung der zweiten Sakkade erforderlich.

Der Pulsgenerator für Sakkaden liegt nicht im Großhirn, sondern im Hirnstamm und Kleinhirn. Die Großhirnrinde leistet nicht die Programmierung von Augenbewegungsabläufen, sondern trägt zur Entdeckung, Analyse und Auswahl von Blickzielen

bei (Kornhuber 1978). Läsionen des subkortikalen Blickzentrums in der Brückenhaube führen zu Blicklähmungen zur Herdseite hin. Die einzelnen Blickrichtungen sind in der Haubenregion des Hirnstamms programmiert (horizontale und vertikale Bewegungen an verschiedenen Orten).

"... Neurone des Tectum opticum des Affen feuern vor sakkadischen Augenbewegungen einer bestimmten Größe und Richtung und die rezeptiven visuellen Felder solcher Neurone sind so lokalisiert, daß die Sakkade das rezeptive Feld in die Fovea bringt (...) Mit zunehmender Kortikalisierung der visuellen Funktionen hat das Tectum die genauere Analyse foveal betrachteter Objekte an den Cortex abgegeben, spielt aber offenbar immer noch eine beträchtliche Rolle bei der Verarbeitung visueller Reize im peripheren Sehfeld für sakkadische Augenbewegungen, und es ist eine wichtige Zwischenstation auf dem vom Cortex absteigenden Faserweg zur Haubenregion des Hirnstamms und zum Kleinhirn" (Kornhuber 1978, S. 409).[1)]

Das Tektum scheint insbesondere eine spezielle Funktion für sakkadische Augenbewegungen auf visuelle Reize hin zu besitzen. Das Kleinhirn ist an der Programmierung der Bewegungsamplitude von Sakkaden beteiligt; dies wird an der Blickdysmetrie ersichtlichlich, bei der statt einer großen Sakkade viele kleine Sakkaden zum Zielreiz hin erfolgen[2)] (Kornhuber 1971). Die Störung könnte im einzelnen dadurch zustande kommen, daß die kontinuierliche Regelung der Aufeinanderfolge von Hauptsakkade und Korrektursakkade beeinträchtigt ist oder der streng vorprogrammierte Anfangsteil der Sakkade (konstante Geschwindigkeit für große und kleine Sakkaden) bleibt zwar intakt, aber die Obersetzung der Winkelmessung (zum Sehziel hin) in eine entsprechende Bewegungsdauer für die Sakkade ist gestört (Kornhuber 1978).

Während die durchschnittlichen Sakkadenlatenzen (Zeit bis zur Auslösung einer Sakkade) wie bereits erwähnt 200 msec. betragen, sind unter gegebenen Bedingungen sehr viel kürzere Latenzen möglich (S. 70-71). Aus der unter gegebenen Bedingungen bekannten Sakkadenlatenz und der kürzesten Zeitdauer, bei der sich die Änderung eines Reizereignisses auf

---

[1)] *Schiller (1972) hat gefunden, daß Tektumläsionen Affen unfähig machen auf periphere Blickziele zu schauen.*

[2)] *Durch elektrische Reize sind im Kleinhirn Sakkaden auslösbar. Ins Kleinhirn gelangen visuelle Afferenzen aus der Retina und aus dem Cortex, sowie afferente Projektionen von den Augenmuskeln.*

die Amplitude der Sakkade auswirkt, läßt sich die kürzeste zentrale Informationsverarbeitungszeit errechnen.

"Bei Versuchen mit Doppelsprüngen des Reizpunktes in horizontaler Richtung liegt die kürzeste zentrale Informationsverarbeitungszeit, die hinreicht, die Amplitude sakkadischer Augenbewegungen zu beeinflussen, in der Größenordnung von 15 ms (...); denn die kürzeste Sakkadenlatenz, die einen Einfluß des zweiten Reizsprungs auf die Amplitude der Sakkade gestattet, beträgt 80 ms, und davon muß die afferente und efferente Latenz subtrahiert werden" (Kornhuber 1978, S. 389).

Als afferente visuelle und efferente Leitungszeiten nimmt Kornhuber (1978) 60 - 70 msec. an. Änderungen der Zielposition innerhalb dieses Zeitabschnittes haben keinen Einfluß mehr auf die unwiderruflich entschiedene Sakkade. Diese langen Leitungszeiten von der Retina bis zur Großhirnrinde (35 msec.) und bis zu den Augenmuskeln (70 msec.) machen es auch verständlich, warum Sakkaden nicht nach dem Prinzip der kontinuierlichen visuellen Regelung arbeiten können. Die Ausführung der kürzesten Sakkaden dauert lediglich 20 msec. Daher muß die Größe der Sakkade vor ihrem Beginn festgelegt werden und kann nach dem Start keine Änderung mehr erfahren.

Einer der Hauptbefunde von Parker (1978) liegt in der Beobachtung, daß Vpn gelegentlich ein kritisches "target"-Objekt zwar fixieren, es offensichtlich jedoch nicht verarbeitet haben, denn sie springen zu einem neuen Objekt, kehren dann jedoch sofort zum "target" zurück und treffen ihre Entscheidung. Dieser Befund läßt sich nach den eben angestellten Überlegungen so interpretieren, daß das "target" zum Zeitpunkt der starr vorprogrammierten Auslösung der Sakkade noch nicht genügend verarbeitet worden ist; daher muß die Augenbewegung ausgeführt werden, bevor die

Vp erneut zum "target" zurückkehren kann.[1)]

Um zu erklären, warum sich die Wahrnehmungswelt nicht bewegt, wenn sakkadische Augenbewegungen ausgeführt werden, wird häufig die Reafferenztheorie zu Rate gezogen, wonach die Efferenzkopie und die Reafferenz miteinander verrechnet werden. Kornhuber (1978) vertritt dagegen die Auffassung, daß die visuelle Bewegungswahrnehmung einfach in Gegenrichtung zur aktiven Blickbewegung gehemmt wird, wobei nicht auszuschließen sei, daß der infolge der Sakkade auftretende neue visuelle Reiz rückwirkend maskierend wirke.

Eng damit zusammenhängend und ebenfalls kontrovers ist das Konzept der "sakkadischen Unterdrückung", wonach im zeitlichen Umfeld der Ausführung einer Sakkade keine Information aufgenommen werden könne. Eine Reihe von Befunden scheinen das Konzept der "sakkadischen Unterdrückung" zu bestätigen; so findet sich, daß bei kurzzeitiger Darbietung visueller Reize oder bei geringen Intensitäten dieser Reize, Sakkaden sich störend auf den Identifikationsprozeß auswirken.[2)]

Ein einfaches "Zweikomponentenmodell" der Fixation scheint jedoch recht gut mit den verfügbaren Befunden vereinbar zu

---

1) Es ist jedoch auch nicht auszuschließen, daß sich die Vp mit ihrer Aufmerksamkeit auf einer anderen Korngröße der Verarbeitung befand.

2) Nach Breitmeyer (1980) dienen Sakkaden nicht nur zur Veränderung der Fixationspunkte, sie aktivieren auch "transiente" Kanäle (peripherer Bereich) mit kurzen Latenzen, die die "sustained" Aktivitäten hemmen, welche aus der vorausgehenden Fixation fortdauern würden. Die Inhibition transienter Kanäle, die sie auf "sustained" Kanäle ausüben, liefert einen afferenten Mechanismus sakkadischer Unterdrückung. Die Funktion dieses Mechanismuses besteht darin, visuelle Persistenz der "sustained"-Aktivität aus der vorhergegangenen Fixation nicht mit der "sustained"-Aktivität der nachfolgenden Fixation interferieren zu lassen. Der reziproke Mechanismus der Hemmung von "transient" durch "sustained" Kanäle hat die Funktion, die hohe Auflösungsgenauigkeit im fovealen Bereich aufrecht zu erhalten.

sein: Jede Einzelfixation setzt sich aus der Dauer für die zentrale (foveale) Informationsverarbeitung und der Vorbereitung für die Sakkade (periphere Wahrnehmung und Winkelmessung) zusammen. Die gleichzeitige Verfügbarkeit peripherer Informationen bei der Verarbeitung fovealer und detaillierter Information ist zwingend notwendig, da ansonsten eine zielgerichtete Selektion einer neuen Informationsstichprobe nicht möglich wäre (s.S. 399ff.).

Um eine Sakkade ausführen zu können, muß die periphere Wahrnehmung eine Winkelmessung zum Fixationsobjekt hin ausführen. Der Fehler der Hauptsakkade ist um so größer, je weiter die zurückgelegte Strecke der Sakkade ist. Dieser Sachverhalt hängt jedoch nicht mit der Ungenauigkeit der Winkelmessung durch das periphere Sehen (des visuellen Systems) zusammen, sondern mit der Strategie, die Hauptsakkade von einer Korrektursakkade folgen zu lassen; schaltet man während der Hauptsakkade das Licht aus, so kann der Fehler meistens dennoch durch die Korrektursakkade beseitigt werden (Becker 1976).

Je genauer die Sakkade programmiert werden muß - d.h., je genauer die Winkelmessung sein muß, damit die Fixation exakt auf dem Zielobjekt landet - desto größer der Zeitanteil, der für die Sakkadenprogrammierung benötigt wird.

In einem Experiment von Bouma (1978) sollten die Vpn eine Reihe von Punkten fixieren. In dieser Aufgabe sind die Fixationszeiten 100 msec. länger als beim Lesen. Eine Erklärungsmöglichkeit für diesen Befund liegt darin, daß bei der Fixation der Punkte in Punktreihen ein genaueres Anzielen als bei Lesen notwendig wird. Kapoula (1981) hat seinen Vpn die Aufgabe gestellt, reihenweise angeordnete

---

[1] *Bereits Hebb (1949) diskutiert die wesentlichen funktionalen Unterschiede zentraler und peripherer Wahrnehmung, wobei er der zentralen (macularen) Wahrnehmung hohe Auflösungsgenauigkeit und der peripheren Wahrnehmung motorische Funktionen zuschreibt.*

Kreuze *genau* zu fixieren (von links nach rechts). Er fand dabei erstaunlich lange Fixationszeiten, die er auf die erforderliche Zielgenauigkeit zurückführte. In weiteren Experimenten findet Kapoula (1981), daß die Fixationsdauern generell länger für Abfolgesequenzen sind, bei denen die Fixationen *genau* auf den Einzelelementen landen. Außerdem nimmt in diesem Fall die Fixationsdauer mit der Größe der vorhergehenden Sakkadenweite zu. Im Gegensatz dazu ist die Fixationsdauer in Sequenzen, bei denen die Fixationen nicht genau auf den Einzelelementen lagen, generell kürzer und unabhängig von der Weite der vorausgehenden Sakkade.

Neben der Sakkadenprogrammierung, die in Experimenten zum *genauen Anzielen* bestimmter Objekte gesondert thematisiert sein kann,[1)] muß bei der Berechnung des Zeitanteils für die periphere Informationsverarbeitung das Ausmaß der in der Peripherie aufgenommenen qualitativen Information mitberücksichtigt werden.

Es ist bekannt, daß Fixationsdauer um so mehr zunimmt, je größer die Amplitude der unmittelbar vorausgehenden Sakkade ist (Salthouse & Ellis 1980), also je weniger Information in der Peripherie (aufgrund der größer werdenden Entfernung vom Fixationspunkt) aufgenommen wurde. Statt der Annahme, mit zunehmender Größe der vorausgegangenen Sakkade sei um so mehr "sakkadische Unterdrückung" notwendig (Mitriani, Yakimoff & Mateef 1970),[2)] kann man in Betracht ziehen, das Ausmaß der *peripheren* Informationsverarbeitung sei bei langen, vorausgehenden Sakkaden relativ gering ge-

---

[1)] Die Dauer für die Programmierung von Sakkaden ist von ontogenetischer Entwicklung und von Übung abhängig: Soll die Vp ein Fixationskreuz fixieren, wobei in der Peripherie (20° Gesichtswinkel) ein zweites Kreuz erscheinen kann (3-, 6-, 9- oder 12-Uhr-Position), das so schnell als möglich fixiert werden soll, so nehmen die Latenzen mit zunehmendem Alter ab. Sobald das Kind lesen kann, werden die Bewegungen nach rechts schneller als nach links ausgeführt (Lesèvre 1964).

[2)] Salthouse, Ellis, Diener & Somberg (1981) haben das Konzept der sakkadischen Unterdrückung revidiert.

wesen und müsse daher bei der nächsten Fixation nachgeholt werden (Kapoula 1981).

Abfolge der Entnahme einzelner Informationsstichproben

Als nächstes stellt sich die Frage nach der Steuerung der *Abfolge größerer Fixationssequenzen.* Auch für dieses Problem ist die Relation des (foveal) selegierten Ausschnittes der Szene zur Gesamtsituation entscheidend. Neumann (1980) weist darauf hin, daß es eine geordnete Durchmusterungsbewegung nur innerhalb eines gemeinsamen Bezugssystems geben könne, welches die Durchmusterung steuert und die Information aus den Einzelfixationen ordnet.

Anhand des Schemabegriffs ist bereits dargestellt worden (z.B. Neisser 1976; Hanson & Riseman 1978), daß Schemata nicht nur einen *inhaltlichen* Bezugsrahmen zur Interpretation, sondern auch Informationen über die Auftretenshäufigkeiten und Positionen von Gegenständen enthalten.

Die Abfolge der Entnahme von Informationsstichproben kann in dem Falle gestört werden, daß ein größerer Repräsentationsausschnitt (z.B. Szene) nicht mehr steuernd zur Verfügung steht *oder* eine höhere Repräsentationsebene (Schemata bzw. Kategorien höherer Ordnung) nicht funktional wirksam wird (z.B. bei geistiger Behinderung).

Versetzt man Gegenstände an falsche räumliche Positionen innerhalb des Bildes (Meyers & Rhoades 1978; Biederman 1981), so können die Lokalisationsinformationen aus der übergeordneten Repräsentationsebene nicht steuernd zum Auffinden von Suchgegenständen genutzt werden.

Zur Spezifizierung der Theorie nimmt Neumann (1980) an, daß im Falle der Fokussierungsänderung (z.B. visuelle Suche) das intentionale Fokussieren entweder nach dem Muster des "Kameraschwenks" oder der "Gummilinse" gesteuert werden kann. Beim "Kameraschwenk" wird eine Reihe räumlich benach-

barter Gegenstände sukzessiv erfaßt. Bei der "Gummilinse" wird der Gegenstand "herangeholt".

"In beiden Fällen wird der Vorgang durch die übergeordnete Repräsentation der Szene gesteuert, wie sie der Kameramann zur Verfügung hat. Die steuernden Merkmale sind aber unterschiedlich. Im Fall des Kameraschwenks muß der Kameramann die Textur *der Szene berücksichtigen ... Im 'Gummilinsen'-Fall muß hingegen der angezielte Gegenstand ... schon in seiner Individualität repräsentiert sein, bevor er 'herangeholt' wird. Der Kameramann muß hier also Information über die* Struktur *der Szene mitberücksichtigen" (Neumann 1980, S. 437).*

Bereits in Experiment 1 war gefunden worden, daß in die Szene hineingehörige (situativ nahe) Suchgegenstände besonders schnell aufgefunden werden können, weil ihnen ein zweifach förderlicher Effekt zugrundeliegt: Erkennungsschwellensenkung und Verfügbarkeit von Lokalisationsinformationen (S. 56ff).

"Bei einer Fokussieränderung vom Typ des Kameraschwenks liefert die übergeordnete Repräsentationsebene steuernde Informationen über die 'Korngröße' und Anordnung der Gegenstände, aber nicht über ihre Identität. Das physische Reizmerkmal, das hier als Selektionskriterium dient, ist die Lokalisation*" (Neumann 1980, S. 437).*

Aus visuellen Suchexperimenten mit seriell angeordnetem Material ist bekannt, daß das Auffinden des "targets" enorm durch Lokalisationsinformationen (Hinweispfeile, Farbmarkierungen etc.) erleichtert wird (Neisser & Stoper 1965; Jonides & Gleitman 1976; Williams 1966).

Um eine Fokussierung vom Typ der "Gummilinse" möglich zu machen, ist eine strukturierte Repräsentation auf einer übergeordneten Ebene nötig (z.B. eine sinnvolle visuelle Szene), die dem Reiz, der fokussiert werden soll, indivi-

duelle Identität verleiht[1)] (Neumann 1980). Die Fokussierung vom Typ der "Gummilinse" ist weitaus effizienter als die vom Typ des "Kameraschwenks".

Daß die übergeordnete Repräsentationsebene die Abfolge der Entnahme von Informationsstichproben zu steuern vermag, ist in Experiment 4c nachgewiesen worden. Wenn man den Vpn vor Darbietung der eigentlichen Suchszene, eine Umrißzeichnung der Szene zeigt, die den Raum und die Anordnung der großen Gegenstände in schematischer Weise darstellt (ausgenommen den Suchgegenstand), dann profitieren in besonderer Weise situativ nahe (in die Szene hineingehörige) Suchgegenstände von dieser Vorinformation. Diese schematische Vorinformation (Experiment 4c) geht über die rein physikalische Suchfeldeingrenzung (Angabe der relevanten Suchfeldhälfte des Bildes) hinaus (Experiment 4b); im letzteren Falle ist keine *spezielle* Bevorzugung situativ naher Suchobjekte zu finden.

Eine weitaus "restriktivere" Theorie hinsichtlich der Abfolge von Informationsstichproben ist von Noton & Stark (1971) formuliert worden. Nach Noton & Stark (1971) durchlaufen die Augen beim Betrachten komplexer Bilder einen be-

---

1) *Eine geordnete Abfolge bei der Entnahme von Informationsstichproben kann außerdem durch die Einführung von Objekten, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen (große, situativ ferne Kontextobjekte) gestört werden (Experimente 3 und 4); in diesen Fällen wird keine ökonomische Abfolge zum Auffinden von Suchgegenständen gewählt, stattdessen wird das situativ ferne Kontextobjekt übermäßig häufig beachtet. Dieses Ergebnis zeigt sich sowohl in den Reaktionszeitdaten (Experimente 3 und 4a) als auch im Augenbewegungsmuster (Experiment 4a(A)); allerdings treten bei sehr langen Suchzeiten "Sättigungserscheinungen" auf, so daß der situativ ferne Kontextgegenstand an störender Wirkung verliert (S. 127f.).*

stimmten (nicht zufälligen) *Augenbewegungspfad*,[1] wobei die *Abfolge* der Fixationen sogar ein Format zur Verknüpfung der Einzelfixationen zu einer internen Gesamtrepräsentation liefert. Bilder werden während der "Wiedererkennungsphase" (zweite Exposition des Bildes) in der gleichen Abfolge durchmustert wie während der "Lernphase" (erste Exposition des Bildes). Augenbewegungen und Richtungsänderungen der Aufmerksamkeit haben nach dieser Theorie die Funktion, Objektteile ("features") miteinander zu einem "feature ring" zu verknüpfen.

Möglicherweise liegt Hebbs (1949) Theorie der Phasensequenz dem "scan path"-Ansatz von Noton & Stark (1971) zugrunde. Da Hebb (1949) Linien und Winkel als Elemente der Wahrnehmung annimmt, stellt sich ihm die Frage, wie diese Teile der Figur während der Fixationssequenzen integriert werden.

"If line and angle are the bricks from which form perceptions are built, the primitive unity of the figure might be regarded as mortar, and eyemovement as the hand of the builder" (Hebb 1949, S. 83).

Hebb (1949) diskutiert zwei Möglichkeiten von Abfolgesequenzen bei Augenbewegungen: Zufallsabfolgen und Sequenzen in festgelegt und immer gleicher Abfolge.

Integration und die Bildung übergeordneter Einheiten entsteht nach Hebb durch simultane Aktivität von Elementwahrnehmungen und durch die gegenseitige Förderung der Element-Teilsysteme untereinander, wobei (z.B.) alle drei Ecken eines Dreiecks in den Fixationssequenzen getrennt fixiert worden sein müssen, damit eine Integration zustande kommen kann.

---

[1] *Nach Levy-Schoen (1981, zit. nach Kapoula 1981) kann die Vorbereitung eines Augenbewegungspfades ein allgemeines Programm für die Fixationsdauer und den Bewegungsverlauf beinhalten, so daß keine Moment zu Moment Anpassung der Abfolge auf lokaler Basis erforderlich ist.*

Nach Hebb basiert die Integration einer größeren Einheit auf einer Sequenz kortikaler Elementwahrnehmungen (Linien, Ecken) mit ihren entsprechenden motorischen Komponenten.

Die Theorie des "scan path" in der neuen Version von Stark & Ellis (1981) ist von Fisher, Kars, Breitenbach & Barnette (in Vorb.) kritisiert worden:

"What is reflected in the scan path though, is a correlation of the fixation's location with high information areas of the picture without *regard to sequence ..." (Fisher, Karsh, Breitenbach & Barnette, in Vorb.).*

Augenbewegungspfade sind insbesondere in hochstrukturierten Aufgabensituationen zu erwarten, z.B. wenn die Vpn die Anordnung von Einzelobjekten des ersten Bildes mit der Anordnung von Objekten des zweiten Bildes (hinsichtlich ihrer Identität) vergleichen soll (Parker 1978; Vurpillot 1968) und eine Analyse der korrespondierenden Vergleichspartner notwendig wird. Je "freier" man die Betrachtungssituation jedoch gestaltet, um so unwahrscheinlicher wird es, daß sich die Vpn in aufeinanderfolgenden Durchgängen an das gleiche Augenbewegungsmuster halten.

Die Abfolge von Informationsstichproben ist jedoch auch wesentlich vom Grad der ontogenetischen Entwicklung abhängig. Das Problem der Abfolge von Informationsstichproben und des Augenbewegungspfades soll daher im Kontext von entwicklungspsychologischen Untersuchungen diskutiert werden.

Ontogenese der Abfolge einzelner Informationsstichproben

Die ontogenetische Entwicklung der Abfolge der Entnahme einzelner Informationsstichproben ist unter zwei Gesichtspunkten von Bedeutung: 1. Das Ausmaß und die Qualität der Abfolgesequenzen verändert sich mit zunehmendem Alter und 2. Die Kontrolle bei der Regelung der Abfolge der Fixationen wird im Zuge der ontogenetischen Entwicklung effektiver.

1. Untersuchungen zur visuo-motorischen Exploration bei *Kindern* ergeben, daß die Aktivität mit zunehmendem Alter zunimmt, exhaustiver, präziser und systematischer wird.

Zinchenko, Chzhi-tsin & Tarakanov (1963) haben die Augenbewegungen 3-6-jähriger Kinder in einer Gewöhnungsphase und einer Wiedererkennungsphase untersucht. Dabei wurde eine 30-40 cm große Umrißfigur dargeboten, die im Inneren einen Kreis enthielt. Während der Gewöhnungsphase zeigen 3-jährige Kinder geringe visuo-motorische Aktivität (ein kleines Gebiet im Zentrum der Figur wird abgetastet). Dagegen ist während der Erkennungsphase (die Kinder sollten angeben, ob sie die Figur im vorherigen Durchgang bereits gesehen hatten) große Aktivität zu beobachten.

Genau der umgekehrte Befund stellt sich bei 6-jährigen Kindern ein. Sie zeigen in der Gewöhnungsphase große Aktivität und in der Erkennungsphase geringe, obgleich ihre Erkennungsleistungen natürlich besser sind.

Nach Zinchenko, Chzhi-tsin & Tarakanov (1963) nimmt die Fixationsdauer mit zunehmendem Alter (Kinder bis zu 6 Jahren wurden untersucht) ab,[1)] und die Zahl der Fixationen nimmt

---

[1)] *Die Fixationsdauer liegt beim Lesen im Durchschnitt bei 250 Millisekunden, sie steigt bei der Betrachtung von Zeichnungen, Photos etc. auf mindestens 350 Millisekunden an. Wenn die Reizobjekte vom gleichen Typ sind und eine optimale Strategie entwickelt werden kann, so kann die Fixationsdauer nach Training auf 250 Millisekunden sinken (z.B. bei der Radarschirmbeobachtung). 250 Millisekunden scheinen jedoch eine physiologische Minimalzeit zur Registrierung von Informationen zu sein, denn selbst bei homogenem Feld ist das visuo-motorische System nicht zu kürzeren Fixationszeiten in der Lage. Mit zunehmendem Alter nimmt die Zeit zur Registrierung von Informationen ab; nach 7 Jahren scheint ein "Plateau" erreicht zu werden (Vurpillot 1968).*

zu. Wahrnehmungsentwicklung besteht darin, daß die Identifikation spezifischer sensorischer Inhalte zunehmend dem Material und der Aufgabe angemessener wird. Wenn den Kindern vertraute Bilder gezeigt werden (z.B. Illustrationen von Kindergeschichten), ergeben sich keine altersabhängigen Unterschiede im Augenbewegungsverhalten.

Mackworth & Bruner (1970) haben zur weiteren Klärung die Augenbewegungen von Kindern und Erwachsenen bei der Betrachtung komplexer Bilder untersucht. Sie fanden, daß Kinder im Gegensatz zu Erwachsenen, die Reizgrundlage nicht umfassend genug abtasteten. Die Länge des zurückgelegten Weges der Augenbewegungen betrug bei Kindern lediglich zweidrittel der Länge des Weges der Erwachsenen. Kinder hatten doppelt so viele sehr kurze Augenbewegungen.

Zusammenfassend kann man aufgrund dieser Ergebnisse sagen, daß das Ausmaß der visuo-motorischen Exploration mit zunehmendem Alter ansteigt - Erwachsene sich also einen vollständigeren Oberblick über die Gesamtszene verschaffen als Kinder. Es ist jedoch unzulässig, die Länge des zurückgelegten Augenbewegungspfades und die Zahl der Fixationen als *ausschließliches* Kriterium für einen vollständigeren Oberblick über die Szene anzusetzen.

Schaut man sich entwicklungspsychologische Untersuchungen der Augenbewegungen an, so fällt ein eigentümlicher - und widersprüchlich anmutender Befund - auf. Das Ausmaß der visuo-motorischen Exploration - gemessen durch die Zahl der Fixationen und das Gebiet, in dem sie lokalisiert sind - ist bei kleinen Kindern sehr umgrenzt, nimmt dann in der mittleren Altersgruppe rapide zu und geht dann für hoch geübte Erwachsene wieder zurück.

Dieser Widerspruch läßt sich am besten dadurch klären, daß

mit zunehmender Übung ein hochüberlernter (serieller) Augenbewegungspfad abgekürzt wird (Furst 1971).[1] Es findet eine Stereotypisierung der Durchmusterungsfolge statt. Die Augenbewegungsabläufe werden zunehmend vorhersagbarer. Außerdem können Informationen aus den peripheren Gebieten des Gesichtsfeldes besser verwertet werden, und pro Zeiteinheit wird mehr Information registriert. Das nutzbare Gesichtsfeld ist bei Kindern geringer als bei Erwachsenen;[2] ein wesentlicher Teil der Wahrnehmungsentwicklung besteht darin, daß immer weiter peripher gelegene Information einbezogen wird. Solange sich ein Objekt im peripheren Gesichtsfeld befindet, sind Kinder nicht dazu in der Lage, es zu erkennen.

2. Mit zunehmendem Alter (bis 7 Jahre) verbessert sich die Fähigkeit von Kindern, kontrollierte und nach einem bestimmten Plan aufgestellte Bewegungsprogramme auszuführen.

Augenbewegungsuntersuchungen von Vurpillot (1968) verdeutlichen diesen Sachverhalt. Kinder unterschiedlichen Alters bekamen die Aufgabe, Vergleiche zwischen zwei nebeneinander angeordneten Häusern durchzuführen. Jedes Haus enthielt 6 Fenster, in denen verschiedenartigste Gegenstände zu sehen waren. Die Häuser konnten identisch sein oder sich hinsichtlich der Information in den Fenstern unterscheiden. Die Aufgabe der Kinder bestand darin, anzugeben, ob eine Identität oder Verschiedenartigkeit der Häuser vorlag.

---

[1] *Rubin (1921) berichtet, daß die Zeit zum Verfolgen einer Kontur mit zunehmender Übung immer weiter abnehme (von 3,9 Sek. in den ersten Durchläufen bis zu 2,5 in den letzten; letzter Umlauf Nr. 75). Man darf aus diesem Versuch jedoch nicht ohne weiteres schließen, der Augenbewegungspfad ("Abtasten") habe immer etwas mit Konturverfolgung zu tun. Mit dem geschickten Verfahren der Fixationskontrolle durch Sukzessivkontrast konnte Rubin (1921) zeigen, daß die Kontur auch ohne Augenbewegungen verfolgt werden kann.*

[2] *Das "Schrumpfen" des funktionalen visuellen Gesichtsfeldes unter Belastung und "stress" (s.o. S. 372f.) entspricht dem bekannten Sachverhalt, daß unter Belastungsbedingungen häufig ein genetisch früheres und weniger komplexes Handlungsprogramm aktiv bleibt.*

Das wichtigste Ergebnis dieser Untersuchungen kann darin gesehen werden, daß mit zunehmendem Alter (bis zu 9 Jahren) eine zunehmende Systematisierung der Durchmusterungsstrategie beim Vergleich der beiden Häuser stattfindet. Eine optimale Durchmusterungsstrategie besteht darin, daß jeweils ein Fenster des einen Hauses mit dem entsprechenden (homologen) Fenster des anderen Hauses verglichen wird. Unökonomisch dagegen sind Augenbewegungen innerhalb der jeweiligen Häuser, da sie keine Informationen für adäquate Vergleichsoperationen liefern. Mit zunehmendem Alter nimmt die Zahl homologer Vergleiche zu. Bei 4-jährigen Kindern überschreitet die Zahl der homologen Vergleiche nicht das Zufallsniveau. Die Kinder schauen auf eine konstante Zahl von Fenstern, unabhängig davon, ob die Häuserpaare identisch oder verschieden waren und wieviele Differenzen die Häuserpaare enthielten; es wurden durchschnittlich lediglich 6-7 Fenster untersucht, ehe die Kinder ihr Urteil ("gleich" oder "verschieden") abgaben. Von 6,5 Jahren an variierte das Ausmaß der explorierten Gebiete in Abhängigkeit von den Reizmerkmalen. Die Zahl der fixierten Fenster war für identische Paare größer als für "different"-Paare und für eine Distanz größer als für Paare mit 3 oder 5 Fensterdifferenzen.

Willentliche Blickbewegungen entsprechend einer vorher festgelegten Sequenz auszuführen, wird erst mit 7 Jahren richtig möglich. Lesêvre (1964) hat seinen Kindern die Aufgabe gegeben, 51 unregelmäßig angeordnete Kreuze zu fixieren, ohne ein Kreuz auszulassen. 5-jährige Kinder können diese Aufgabe nicht lösen, sie fixieren nur einige dieser Kreuze und die Abfolge erfolgt nach Zufallsstrategie. Die Fähigkeit, die visuelle Exploration willentlich zu steuern und am Zielpunkt zu stoppen tritt mit 6 Jahren auf. 7-jährige erreichen ein Leistungsniveau, das bei Erwachsenen auch nicht besser ist. Es gibt eine Reihe "überflüssiger" Bewegungen, die mit zunehmendem Alter verschwinden, z.B. "Korrekturbewegungen" und "Zufallsbewegungen" (etwa außerhalb der Reizanordnung).

In einem Experiment von Elkind & Weiss (1967) sollten 5-8-jährige Kinder entweder zufällig oder dreiecksförmig angeordnete Einzelobjekte benennen. Dabei wurde die Art der Durchmusterrungsstrategie (links-rechts; oben-unten; unsystematische Strategie) untersucht. Eine systematische links-rechts- und oben-unten-Strategie entwickelt sich

kontinuierlich und wird im Alter von 8 Jahren zur meist benutzten Strategie. Zufallsabfolgen nehmen mit zunehmendem Alter ab. Die kontinuierliche Entwicklung einer systematischen oben-unten- und links-rechts-Strategie wird ebenfalls von Vurpillot (1968) gefunden.

Für die Entwicklung einer kontrollierten und geordneten Abfolge der visuellen Exploration ist der taktil-kinästhetische (und handelnde) Umgang mit den Dingen der Welt von entscheidender Bedeutung.

Vurpillot (1968) berichtet, daß Kinder bis zu 7 Jahren bei der visuellen Exploration von Bildern ihren Zeigefinger mit zur Hilfe nehmen, um die Stellen zu bezeichnen, die sie zu untersuchen beabsichtigen. Anhand dieser Beobachtung lassen sich zwei Entwicklungsgesichtspunkte visuomotorischer Exploration verdeutlichen:

a) Taktile und visuelle Exploration besitzen eine Reihe von Gemeinsamkeiten (speziell die Obertragung eines räumlich-simultanen in ein zeitlich-sukzessives Muster). Dabei ist die taktil-kinästhetische Modalität bei jüngeren Kindern (2-4 Jahre) dominanter als die visuelle; im Alter zwischen 5 und 7 Jahren wird die visuelle und auditive Modalität bedeutsamer.[1)]

[1)] *Welche große Bedeutung der taktilen-kinästhetischen Modalität bei der Wahrnehmungsentwicklung zukommt, läßt sich daraus ersehen, daß bei Tragen von Umkehrbrillen die Welt in der Übergangsphase bei Greifbewegungen in die richtige Position springt. Hebb (1949) führt Beispiele von blind Geborenen an, die nach ihrer Operation anfänglich ein Quadrat nicht von einem Dreieck unterscheiden können und Schwierigkeiten haben, horizontale von vertikalen Linien zu diskriminieren. Diese Leistungen können durch Tasten und durch die Konzentration und das Abzählen von Ecken effektiv verbessert werden.*

b) Eine gezielte und konzentrierte Exploration einzelner Objekte kann bei unterstützender visueller Hinweisinformation (Zeigefinger auf dem Objekt) besser ausgeführt werden;[1] ansonsten werden die Augen offensichtlich durch eine Reihe anderer visueller Reize, die die Aufmerksamkeit unwillkürlich an sich ziehen, gesteuert.

Damit stellt sich im größeren Zusammenhang die Frage, inwieweit Augenbewegungen durch Reizmerkmale oder durch Gedächtnisfaktoren (z.B. Schemata) in unwillkürlicher bzw. willkürlicher Weise kontrolliert werden.

Säuglinge im Alter von einem Monat richten ihre Augen auf hervorspringende Merkmale von Reizen (z.B. die Winkel eines Dreiecks).[2] Ihre Augen scheinen von diesen Merkmalen gefangen zu sein, da sie für längere Zeit an diesen Stellen verweilen. Die meiste Zeit wird zum fixieren äußerer Konturen aufgewendet. Merkmale im Inneren der Figur werden ignoriert. Mit zwei Monaten ist die Fähigkeit zur Abtastung von Konturen verbessert. Jedes Merkmal wird kürzer beachtet. Ein nächster gravierender Entwicklungssprung findet sich im Alter von 4-5 Jahren, wenn Augenbewegungen von einer Figur zu einer umgebenden Figur hin stattfinden. 6-7-jährige Kinder zeigen systematische Durchmusterungen der äußeren Proportionen eines Reizes, mit gelegentlichen Augenbewegungen zum Inneren hin (Zinchenko et al. 1963).

Die Frage nach der Bedeutsamkeit von Reiz- und Gedächtnisfaktoren für die Steuerung von Augenbewegungen ist von Engel (1977) (s.S. 122) und Posner (1978) genauer empirisch

---

[1] *Die Fähigkeit, an einem Fixationspunkt (innerhalb eines engen Bereiches) zu verbleiben, verbessert sich ganz entscheidend zwischen 6 und 7 Jahren.*

[2] *Hebb (1949) vermutet, daß Linien und Winkel die "Bausteine" sein könnten, aus denen die Wahrnehmung zusammengesetzt sei - eine Annahme, die an die "rezeptiven Felder" von Hubel & Wiesel erinnert. Auf den ontogenetisch frühen Stufen der Wahrnehmung könne die übergeordnete Einheit nur nach der wiederholten Aktivation der Einzelelemente einer Figur ausgelöst werden; später kann die Wahrnehmung eines Elementes ausreichen, um die übergeordnete Einheit (z.B. Dreieck) zu erkennen.*

untersucht worden. Beide Autoren unterscheiden zwischen passiver Aktivation durch besonders auffällige Reizmerkmale, die unwillkürlich und automatisch die Aufmerksamkeit an sich ziehen und willentlicher Kontrolle aufgrund von kognitiver Verarbeitung (hierbei spielen Erwartungs- und Gedächtnisfaktoren eine große Rolle). Speziell Posner (1978) hat den Einfluß willentlicher Kontrolle bei der Selektion von "inputs" analysiert.

Posner, Nissen & Ogden (1978, zit. nach Posner 1978) haben Unterschiede zwischen Augen- und Handbewegungen in Abhängigkeit von Reiz- und Erwartungsfaktoren herausgearbeitet. Das experimentelle Untersuchungsparadigma, auf das sich die nachfolgenden Befunde stützen, bestand darin, daß ein "X" entweder rechts oder links vom Fixationspunkt dargeboten wurde, was die Vp durch eine entsprechende Tastendruckreaktion (rechts-links) beantworten sollte. Hierbei wurde die Auftretenswahrscheinlichkeit des Reizes (rechts oder links) mittels einer entsprechenden Vorinformation variiert. Das Intervall zwischen Vorinformation und Testreiz schwankte zwischen 50 und 1000 Millisekunden. Die Ergebnisse zeigen, daß vor dem Erscheinen eines Reizes Augenbewegungen erheblich stärker durch Erwartungen beeinflußt werden als Handbewegungen (gemessen an Antizipationsfehlern). Wenn der Reiz jedoch erscheint, sind Augenbewegungen erheblich stärker unter Reizkontrolle als dies für Handbewegungen der Fall ist. Bei Handbewegungen wirken sich dann Erwartungen stärker aus. Diese Sachverhalte sind zusätzlich von der Größe des relevanten visuellen Feldes abhängig. Wenn die Augenbewegungen nicht ein Feld von 6,9° sondern eins von 25° abtasten müssen, haben Erwartungen auf Augen- und Handbewegungen einen gleich starken Einfluß. D.h. zum Zurücklegen weiter Entfernungen ist die willentliche Kontrolle auch bei Augenbewegungen von großer Bedeutung. Die Darbietung eines visuellen Reizes in der Peripherie führt zur Auslösung "reflektorischer" Augenbewegungen. Sie werden jedoch weder durch das Reizereignis noch durch Erwartungen allein gesteuert, sondern befinden sich in Ballance zwischen automatischer Kontrolle und willkürlicher Aufmerksamkeitszuwendung.

Die Besonderheit sakkadischer Augenbewegungen in der Ballance zwischen visueller (unwillkürlicher) und willentli-

cher Kontrolle[1] ergibt sich wahrscheinlich aus dem Zusammenspiel[2] subhemisphärischer und hemisphärischer Mechanismen bei der Regulation dieser Bewegungsabläufe (s.S. 381).

Damit soll natürlich *nicht* behauptet werden, daß der Anteil willentlicher Kontrolle an diesem ballancierten Zusammenspiel unabhängig vom ontogenetischen Entwicklungsstand und unabhängig von der Beschaffenheit des Bildmaterials und der Aufgabe der Vp festgelegt sei.

Willentliche Augenbewegungen entsprechend einer vorher festgelegten Sequenz auszuführen, ist eine Fähigkeit, die sich entwicklungsabhängig herausbildet (S. 393ff.). Jüngere Kinder werden bei ihrer Aufmerksamkeitszuwendung stärker external gelenkt; bei älteren Kindern ist eine internal ver-

---

[1] *Der Unterschied zwischen Augenbewegungen und reinen Willkürbewegungen läßt sich nach Kornhuber (1978) folgendermaßen beschreiben: "Während Hand-, Arm-, Kopf- und Rumpfbewegungen Langzeitvoraussagen ausführen können, gibt es bei den Augenbewegungen nur eine Kurzzeitvoraussage. Dieser wichtige Unterschied liegt nicht am visuellen System, das Reizbewegungen für die Augen- wie für die Handbewegungen analysiert, sondern es hat etwas zu tun mit der Unfähigkeit des okulomotorischen Systems, reizunabhängige (willkürliche) Rampenbewegungen auszuführen, d.h. glatte, kontinuierliche Bewegungen beliebiger (also auch langsamer) Geschwindigkeit, ohne daß ein äußerer Reiz vorhanden wäre (...)" (Kornhuber 1978, S. 378-379). Die Geschwindigkeit von Extremitätenbewegungen ist willkürlich wählbar, nicht jedoch die von Augenbewegungen. Augenbewegungen stehen unter visueller Kontrolle - nicht jedoch Extremitätenbewegungen.*

[2] *Zu der gleichen Schlußfolgerung gelangt Neisser (1976): Augenbewegungen sind weder ausschließlich "reizgesteuert" (bei Kindern) noch ausschließlich "willentlich kontrolliert" (bei Erwachsenen); sakkadische Augenbewegungen können nur über die Interaktion beider Faktorengruppen verstanden werden. Kinder und Erwachsene unterscheiden sich jedoch hinsichtlich der verfügbaren Schemata zur Selektion (pick up) von Bildinformationen. Insofern als sich diese Schemata auf einfache physikalische Reizobjekte oder komplexere abstrakte Relationen beziehen können, ist es sinnvoll, von eher "externaler" oder "internaler" Kontrolle zu sprechen.*

mittelte (auch sprachliche) Steuerung von größerer Bedeutung (Luria 1969). Geistig behinderte Kinder benutzen eine zufällige Suchstrategie, indem irrelevante Reizelemente oder Punkte außerhalb der Reizanordnung fixiert werden. Sie werden stärker external gesteuert.[1)]

Pathologische Erscheinungen bei der Regulation von sakkadischen Augenbewegungen: Exkurs

Die im Zusammenhang mit Hirnverletzungen (unterschiedlicher Lokalisation) auftretenden Funktionsstörungen eines visuellen Teilsystems sind für eine Theorie der Bildverarbeitung insofern von großer Bedeutung, als anhand der visuellen Störungen die *Grundbedingungen* der Wahrnehmungsfähigkeiten und das komplexe Wechselspiel beim normalen Funktionieren sichtbar werden können.[2)]

Nach Trincker (1977) ist das okulomotorische Funktionssystem mit so vielen Gehirnteilen verschaltet (z.B. frontale und occipitale Rindenfelder, Zwischenhirn-Zentren, Mittelhirn, Kleinhirn) "... daß es praktisch keine ausgedehnteren Hirnläsionen ohne okulomotorische Symptome gibt" (Trincker 1977, S. 788-789). Im folgenden sollen daher kurz einige

---

[1)] *Vurpillot (1968) findet, daß bis zum Alter von 5 Jahren eine starke Bevorzugung des linken Bildzentrums stattfindet, während ältere Kinder ihre Fixationen sehr viel gleichmäßiger über das gesamte Bild hinweg verteilen. Ergebnisse ungleichmäßiger Fixationsverteilungen beim Vergleich von unterschiedlich angeordneten Linienpaaren werden auch von Piaget & Vinh-Bang (1961a,b) gefunden. Kinder, die zur Lösung der "Konservierungsaufgaben" in der Lage sind, verteilen ihre Durchmusterungsbewegungen systematischer (O'Bryan & Boersma 1971).*

[2)] *Dabei ist zu berücksichtigen, daß selbst bei relativ eng umschriebenen Störungen immer die Verbindungen zu anderen Funktionssystemen mitbetroffen sind und daß* kompensatorische *Wirkungen auftreten können.*

Fälle beschrieben werden, in denen Störungen der *sakkadischen* Augenbewegungen zu erwarten sind.

Im Falle der *Verletzung des visuellen Nervs* oder der visuellen Verbindungswege findet eine drastische Verengung des Gesichtsfeldes statt. Innerhalb des verbleibenden visuellen Feldes können Reize simultan wahrgenommen werden, wenn der visuelle Kontext intakt bleibt. Die Augenbewegungen sind nicht gestört und können sogar im Laufe der Zeit als Mittel zur Kompensation des visuellen Defektes eingesetzt werden (Luria, Pravdina-Vinarskaia & Iarbus 1964).

Eine Zerstörung der *Area striata (Area 17)* führt zur Rindenblindheit, die dem Verlust beider Augen insofern gleicht als eine visuelle Wahrnehmung nicht mehr möglich ist. Wie man aufgrund der spezifischen Gesichtsfeldausfälle durch Läsionen in unterschiedlichen Teilen der primären Sehrinde erkennen kann, sind die fovealen und die peripheren Netzhautbereiche in der Sehrinde an unterschiedlichen Stellen lokalisiert (die Fovea im occipitalen Bereich, Oberblick bei Trincker 1977, S. 750f.).[1)] Fehlen die peripheren Sichtfeldbereiche, so sind zielgerichtete sakkadische Augenbewegungen natürlich enorm erschwert, obgleich das Tectum wohl noch zur Lokalisation von Sehzielen beitragen kann (Baumgartner 1978).

Trincker (1977) weist auf die unterschiedlichen Funktionen des fovealen (zentralen) und peripheren Sehens (anhand der Ausfallserscheinungen bei entsprechenden Hirnläsionen) hin:

"Der Patient mit einem Zentralskotom *(mit totalem Ausfall der Fovea centralis und ihrer nächsten Umgebung, der Macula lutea,* beidseitig *...) kann nichts lesen, nichts deutlich erkennen, vermag sich aber durchaus ohne fremde Hilfe zu bewegen. Der Patient mit* hochgradiger konzentrischer Ge-

---

[1)] *Elektrische Reizung der Area 17 führt zur Wahrnehmung von Lichtreizen ("Blitze", "Sterne").*

sichtsfeldeinschränkung *(mit totalem Funktionsausfall der Netzhautperipherie, beiderseits ...) kann zwar feinste Schrift lesen, muß aber wie ein Blinder geführt werden, da ihm die visuelle räumliche Orientierung vollständig fehlt. Ein Patient mit einem derartig 'röhrenförmigen' Gesichtsfeld , ... fällt über jedes Hindernis, stößt und verletzt sich ..." (Trincker 1977, S. 761).*

Bei *Läsionen in der Area 18 und 19* dagegen kommt es zur visuellen Agnosie. Die Dinge der visuellen Welt können zwar gesehen, aber nicht erkannt werden.[1)] Nach Luria (1973) liegt keine Blindheit und kein Verlust der visuellen Trennschärfe vor. Einzelteile werden richtig identifiziert, können aber nicht zu sinnvollen Einheiten zusammengeschlossen werden. Die Patienten haben Schwierigkeiten, die Teile der Figur vom Gesamtkontext zu trennen. Z.B. kann die Strichzeichnung einer Uhr erkannt werden; durchkreuzt man sie jedoch mit zwei Strichen, so geht die Erkennungsfähigkeit verloren. Eine Hypothese zur Erklärung dieser Sachverhalte lautet, daß lediglich ein Objekt zu einer Zeiteinheit beachtet werden kann (Simultanagnosie). In den Zeichnungen der Patienten werden Einzelteile von Figuren gut wiedergegeben, die Relationen im Gesamtzusammenhang stimmen jedoch nicht. Aus den Untersuchungen von Luria, Pravdina-Vinarskaia & Iarbus (1964) geht hervor, daß die räumliche Orientierung enorm erschwert ist. Verläßt sich der Patient nicht auf visuell-motorische Koordination, sondern auf propriozeptive Wahrnehmung, wird Orientierung wiederum möglich. Der Patient ist nur fähig, isolierte Details wahrzunehmen; erscheint ein neues Detail, verschwindet das vorhergehende. Infolgedessen ist eine gezielte Steuerung vom Ganzen zum Detail nicht möglich, da beides zugleich nicht präsentge-

---

[1)] *"Erfolgt die elektrische Reizung im Bereich der Area 18, kommt es zu komplexen optischen Erlebnissen, die als 'bunte Schmetterlinge', 'Teufelsfratzen' usw. beschrieben werden. Ähnliche Reizeffekte gibt es im Bereich der angrenzenden Area 19, in der aber zusätzlich* Augenbewegungen *ausgelöst werden" (Trincker 1977, S. 753).*

halten werden kann. Die Autoren vertreten also die Ansicht, daß die Störung der Augenbewegungen eine sekundäre Störung der "simultanen Agnosie" ist. Die Autoren haben eine erfolgreiche Methode zur Kompensation der Bewegungsstörung beim Lesen entwickelt. Der Patient bewegt einen Rahmen langsam entlang der Lesezeile. Der Rahmen umfaßt vom Umfang her gerade soviel Buchstaben, wie der Patient verarbeiten kann. Die Bewegung wird also von visueller auf kinästhetische Kontrolle umgestellt. Auf diese Weise wird dem Patienten koordiniertes, langsames Lesen möglich.

Luria, Karpov & Yarbus (1966) haben einen Patienten mit *Frontallappenschädigung* (rechts, Wachstum in Richtung zu den medialen Gehirnteilen) hinsichtlich seiner Wahrnehmungsfunktionen und seines Augenbewegungsverhaltens untersucht.

Der Patient beginnt keine systematische visuelle Analyse der entscheidenden Details eines Bildes. Die Wahrnehmung einfacher visueller Objekte ist zwar nicht beeinträchtigt. Bei komplexen Bildern jedoch findet keine wirkliche Analyse statt. Der Patient beachtet einen Bildteil und leitet die Bedeutung des gesamten Bildes aus dieser unmittelbaren Impression ab. Er bewegt sich von Detail zu Detail und gibt jeweils neue Hypothesen über den Inhalt des Bildes ab, ohne das vorhergegangene mit zu berücksichtigen. Alle Äußerungen sind impulsiv und die Hypothesen entstehen aus isolierten Impressionen. Die Augenbewegungen des Patienten sind während der Bildbetrachtung umorganisiert und unregelmäßig. Es wird kein "sinnvolles" Durchmusterungsverhalten sichtbar. Die verbale Instruktion führt zu keiner Änderung der Augenbewegungen. Der Patient versucht keine "cues" für die Bedeutung des ganzen Bildes zu finden. Er vergleicht auch die einzelnen "cues" nicht mit seinen Hypothesen. Stattdessen führen die einzelnen Details immer wieder zu neuen - nicht miteinander vereinbaren - Bildbedeutungen. Die Interpretationen dieser Befundmuster münden jeweils darin, daß die aktive Kontrolle der Augenbewegungen gestört ist, weil die Gedächtnismodelle nicht zur Selektion der relevanten Gebiete herangezogen werden können.[1)] Soll der Pa-

---

[1)] *Tyler (1969) hat bei Patienten mit Frontallappentumoren gefunden, daß sie praktisch kein aufgaben- und instruktionsabhängiges Fixationsverhalten zeigen. Speziell mehrdeutige*

tient in einem dunklen Raum mit einer Lampe, die einen kleinen Lichtkegel ausstrahlt, ein komplexes Bild analysieren, so ist er dazu ebensowenig in der Lage, wie ein geordnetes Explorationsverhalten zu zeigen. Als zugrundeliegende Ursache dieser Sachverhalte kann angenommen werden, daß die jeweils isolierten Gedächtnismodelle nicht zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden können. Eine primäre Störung der Augenbewegungen selbst scheint nicht vorzuliegen, denn der Patient ist zu Fixationen und zu Nachfolgebewegungen in der Lage. Die Störung liegt eher in der *aktiven Kontrolle* der Augenbewegungen.

Wesentlich für eine störungsfreie Abfolge der Augenbewegungen ist auch die Wirksamkeit *subkortikaler* Mechanismen (s. S. 381). Trevarthen (1965, 1978) gelangt zur Differenzierung zweier grundsätzlicher Wahrnehmungssysteme: Identifikation und Lokalisation. Dabei wird angenommen, daß Identifikation an foveales Sehen gebunden ist und seriellen Charakter hat, während Lokalisation durch peripheres Sehen gesteuert wird. Das periphere System selegiert als diffuseres System Objekte für die foveale Wahrnehmung. Trevarthen (1978) formuliert die Wirksamkeit der beiden Wahrnehmungsmechanismen so, daß in einem Fall Information zur Orientierung im Raum insgesamt genutzt wird (Umgebungssehen) und im anderen Fall eine Exploration von lokalen Strukturen auf ihre Identität hin stattfindet (foveales Sehen). Das Umgebungssehen wird dabei durch subhemisphärische Mechanismen gesteuert (diffuses System), während foveales Sehen, das wesentlich für die vollbewußte Wahrnehmung ist, durch hemisphärische oder zerebral kortikale Mechanismen

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 402:

Szenen werden in der anfänglichen Explorationsphase nur vage durchmustert, und dann beachten die Patienten lange Zeit über ganz begrenzte (irrelevante) Bildteile. Diese Befunde können dahingehend gedeutet werden, daß die Patienten ihre kognitiven Gedächtnismodelle nicht zur Steuerung der selektiven visuellen Suche nutzen können. Das Fehlen eines Modells der Reizdaten führt dazu, daß nicht festgehalten werden kann, ob "input" und Suchziel übereinstimmen, und folglich kann die Suche nicht gelenkt werden.

vermittelt wird. [1] Der kortikale Mechanismus ist wiederum in zwei Teile getrennt, wobei die rechte Hemisphäre besser zur synthetischen Erfassung ganzheitlicher Eigenschaften geeignet ist, während die linke Hemisphäre die analytische Identifikation isolierter Merkmale besonders gut bewerkstelligen kann.

Zwischen dem retino-tektalen und dem retino-kortikalen visuellen System scheint es nach Baumgartner (1978) wesentliche Funktionsdifferenzen zu geben. Das Tectum hat im wesentlichen Lokalisationsfunktionen für periphere Zielreize, während der striäre Cortex speziell die Formdiskrimination ermöglicht.

"Man hat deshalb den Unterschied von Affen mit und ohne striäre Rinde auch mit dem zwischen einem normalen Tier mit guter und schlechter Sehschärfe verglichen (...)" (Baumgartner 1978, S. 346).

D. Integration einzelner Informationsstichproben

Obgleich wir eine Vielzahl von Fixationen ausführen, sehen wir keine einzelnen "Schnappschüsse", sondern ein kontinuierliches Bild. Neisser (1967) vermutet, daß *Restinformationen* aus vorausgehenden Fixationen erhalten bleiben - und

---

[1] *Die Unterscheidung der Funktionsweise kortikaler und subkortikaler Mechanismen wird durch Befunde nahegelegt, die zeigen, daß dekortikalisierte Tiere nach wie vor zur räumlichen Orientierung fähig sind. So haben Ferrier & Cooper (1976) nachgewiesen, daß dekortikalisierte Ratten zum räumlichen Sehen in der Lage sind. Die Ratten waren auf die Hinwendung zu einem leuchtenden Punkt hin trainiert worden. Beim Tragen von Keilprismen, die den retinalen Ort des "targets" verschoben, ohne den Beleuchtungsfluß zu verändern, zeigte sich eine veränderte Orientierung in Richtung auf die virtuelle "target"-Position hin.*

zwar *keine* Kopien oder Nachbilder (die sich ja nur gegenseitig stören würden). Anläßlich der "global-lokal"-Kontroverse ist diskutiert worden, wie - ausgehend von einer ganzheitlichen Repräsentation - eine einzelne Informationsstichprobe entnommen wird. Beim Problem der Integration wird die umgekehrte Relation thematisiert: wie wird die einzelne Informationsstichprobe in einen größeren Zusammenhang eingeordnet? Es stellt sich jedoch außerdem das Problem, wie aufeinanderfolgende einzelne kleine Informationsstichproben miteinander in Beziehung gesetzt (z.B. zusammengefaßt) werden.

Aus der Formulierung dieser zwei Probleme wird deutlich, daß sich die Integration auf unterschiedlich große Verarbeitungseinheiten beziehen kann. Stoffer (1981) definiert Integration als Wahrnehmungsleistung, die sukzessive Wahrnehmungen innerhalb bestimmter Zeitabschnitte simultan verfügbar macht und eine Weiterverarbeitung als Ganzes ermöglichen. Die Integration kann also nicht nur unterschiedlich große Verarbeitungseinheiten betreffen, sondern auch Verarbeitungseinheiten aus unterschiedlichen Zeitabschnitten.

Es ist bereits in der Einleitung erwähnt worden, daß die Integration von Informationsstichproben für Gibson (1979) kein Problem darzustellen scheint. Die sich ändernde Folge einfließender Reize enthält konstante Informationen, auf die sich die Aufmerksamkeit richtet, folglich ist keine Integration notwendig. Eine Sukzession von Informationsstichproben muß nicht erst mit Hilfe eines Gedächtnisses zusammengesetzt werden. Aus dem Blickfeld verschwindende Information oder auch verdeckte Information wird nicht vergessen und braucht auch nicht mittels eines Gedächtnisses gespeichert zu werden, sie "tönt" unendlich lange fort (Gibson 1966). Das integrierende - auch innerhalb einer Sequenz sukzessiver Fixationen - besteht nach Gibson (1979)

offensichtlich darin, daß sich die Aufmerksamkeit bei der Entnahme sukzessiver Informationsstichproben sowohl auf kleine Details *als auch* auf die Gesamtsituation richtet: Aufmerksamkeit ist nicht nur selektiv, sondern auch integrativ, so daß die Bewußtheit von Details nicht inkonsistent mit der Bewußtheit von Ganzheiten ist (Gibson 1979, S. 213).

Die Notwendigkeit der Annahme eines integrierenden Gedächtnisses wird jedoch besonders an Fällen sichtbar, in denen die Integration versagt. Die Abfolge und Entnahme von Informationsstichproben ist stark beeinträchtigt, wenn die Integration gestört ist, wenn die Patienten z.B. die Fähigkeit verlieren, die einfließenden Informationsstichproben in größere Zusammenhänge - in das im Gedächtnis verfügbare Weltwissen - einzuordnen (Luria, Karpov & Yarbus 1966, Tyler 1969).

Zu dieser Schlußfolgerung gelangt man nicht nur bei Patienten mit entsprechenden Gehirnläsionen, sondern auch bei *geistig behinderten* Kindern ohne hirnorganische Schädigung (Boersma & Muir 1975). Das Schema hat die Funktion, visuelle Information zu integrieren. Die strukturelle Beschreibung eines visuellen Wahrnehmungsgegenstandes erfolgt innerhalb *visueller* Schemata (Neumann 1980). Die Integration sukzessiver "Schnappschüsse" erfordert nach Neisser (1967) ein Gedächtnis derart, daß ein sich entwickelndes schematisches Modell existiert, dem immer wieder neue Informationen aufgrund der neuen Fixationen zugeführt werden. Jeder neue Blick reichert ein sich langsam entwickelndes "Skelett" an. Der Sukzession einzelner "Schnappschüsse" liegt ein konstruktiver Akt zugrunde (figurale Synthese).[1)]

[1)] *Neisser (1967) diskutiert auch die Bedeutung von ikonischen Repräsentationen für den Prozeß der Integration. Er weist darauf hin, daß das "ikonische Gedächtnis" eher als Hindernis bei der Integration aufzufassen ist, da sich über-*

Wahrnehmung resultiert nach Neisser (1967) aus einem *integrierenden Prozeß* ähnlich dem Sehen von bewegten Objekten als einheitliche Gegenstände. Neisser führt als Beispiel integrativer Prozesse Scheinbewegungen des Necker-Würfels an, der in der Mittelposition "perspektivisch umkippen" kann. Die Integration wird durch ein "schematisches" visuelles Gedächtnis geleistet, welches über eine gewisse Zahl von "Schnappschüssen" hinaus andauert.

Man kann diese Oberlegung auch umkehren und als gedächtnispsychologische Fragestellung nach den Bedingungen Ausschau halten, unter denen komplizierte Informationen im Gedächtnis "haften" bleiben, *weil sie angemessen integriert worden sind.*

Wie die Effizienz bestimmter Gedächtniskünste beim Memorieren sehr großer Mengen sinnlosen Materials (z.B. zufällig angeordnete Buchstaben-, Ziffern- oder Wortfolgen) zeigt, werden die bewundernswerten Leistungen von Gedächtniskünstlern dadurch möglich, daß das Lernmaterial (z.B. ein Wort oder ein Objekt) mit den einzelnen *Orten* eines Schemas oder Plans verknüpft wird. In der Reproduktionsphase müssen die einzelnen Orte des Schemas wieder durchwandert werden, um die an den jeweiligen Stellen "abgelegte" Information erneut verfübar zu machen (Yates 1966; Baddeley 1976; Reinert 1980c).

Integration als Einordnung in ein Bezugssystem

Nach Neumann (1980) hat das Bezugssystem die Funktion, die in zeitlicher Sukzession aufgenommene Information zu ordnen. Integration läßt sich demnach als das Einordnen von "Schnappschüssen" in ein Bezugssystem auffassen. Es stellt sich je-

---

Fortsetzung Anm. 1) S. 406:

überlappende sukzessive Bilder (ähnlich wie von Nachbildern bekannt) gegenseitig stören sollten. Neisser (1967) vermutet in diesem Zusammenhang, das "ikonische Gedächtnis" könne den Charakter einer Kopie des retinalen Bildes besitzen, weil *(unter den entsprechenden tachistoskopischen Bedingungen) lediglich ein Schnappschuß integriert werden müsse.*

doch die Frage, wie dieses Bezugssystem im einzelnen beschaffen sein muß, um diese Integration zu leisten. Was unterscheidet das Bezugssystem von einer globalen Repräsentation? Warum kann man die Wirkung eines Bezugssystems nicht als identisch mit der Einordnung von etwas Lokalem in etwas Globales sehen?

Um diese Fragen beantworten zu können, wird es notwendig sein, die Besonderheiten von Bezugssystemen und globalen Repräsentationen zu umreißen. Der Begriff "global" wird in der Literatur uneinheitlich verwendet. Grundsätzlich werden jedoch drei Bedeutungsaspekte angesprochen:

1. Das Globale stellt einen größeren Repräsentationsausschnitt als das Lokale dar, so daß das Lokale im Globalen eingebettet ist und

2. das Globale ist abstrakter als das Lokale. Das Globale befindet sich im Sinne der anfänglich getroffenen Unterscheidung auf der Ebene der Repräsentationsausschnitte und der Abstraktionsebenen an übergeordneter Stelle (s.S.356f.).

3. Als dritte Unterscheidung könnte man hinzufügen, daß das Globale weniger detailliert ausgefüllt und mehr umrißhaft und schematisiert ist als das Lokale.

Während die Unterscheidung "global-lokal" lediglich eine zweifache hierarchische Abstufung diskreter Skalierung von Repräsentationsausschnitten und Abstraktionsebenen angibt, sind innerhalb von Bezugssystemen differenziertere strukturelle Relationsangaben möglich.

Koffka (1935, Kapitel 6 und 7) hat wesentlich zum Verständnis von Bezugssystemen mit seinem Begriff des "framework" beigetragen. Danach befindet sich auch der "absolute Ein-

druck" im funktionalen Bezug eines größeren Spurensystems. Ob ein gleichseitiges und rechtwinkliges Viereck als Quadrat oder Rhombus erscheint, hängt davon ab, ob es mit einem umgebenden Rechteck seitenparallel ist oder ob die Diagonalen parallel zu den Seiten des Rechtsecks verlaufen. Ein Zimmer in einem schräg gestellten Spiegel scheint im Rahmen der übrigen Umgebung schräg zu stehen. Sobald man aber ganz ins Feld der Spiegelwelt geht, werden deren Hauptrichtungen das neue Bezugssystem und die Spiegelwelt richtet sich auf. Konstanzphänomene sind durch die Wirkung entsprechender Bezugsrahmen verständlich. Der Hintergrund kann ein einfacher Rahmen (wie im Falle des Rechtecks) sein oder komplizierter begrenzt oder nach verschiedenen Richtungen hin unbegrenzt sein. Ein zweiter wesentlicher Beitrag zum Verständnis von Bezugssystemen stammt von Metzger (1954). Er betont die Unscheinbarkeit und den "schemenhaften Charakter" von Bezugssystemen.

"Änderungen am Bezugssystem werden im ausgeprägten Fall nicht unmittelbar als solche wahrgenommen, sondern nur mittelbar: an den gegensinnigen Änderungen der konkreten Gebilde innerhalb des Systems (...)" (Metzger 1975, S. 143).

An der Unscheinbarkeit der Bezugssysteme nehmen alle fest verankerten und sich in Ruhe und Beständigkeit befindlichen Gebilde teil. Ein Bezugssystem besitzt ähnliche Eigenschaften wie der Grund. Bezugssysteme haben eine Struktur mit einem *Bezugspunkt* (Nullpunkt) oder mehreren Bezugspunkten und mit einer oder mit mehreren *Dimensionen*.

Bezugspunkte (Nullpunkte) haben ein anschauliches und ein funktionales Kennzeichen. Anschaulich wird etwa die Stärke einer Eigenschaft als Abweichung vom Nullniveau gekennzeichnet. Funktionell dagegen ist der Nullpunkt dadurch gekennzeichnet, daß in seiner nächsten Umgebung der Maßstab des betreffenden Systems besonders fein wird. Die Dimensionszahl eines Bezugssystems kann von 1 bis 3 schwanken. Metzger räumt zwar ein, daß man zu einer viel höheren Dimensionszahl kommen müßte, würde man jeder variablen Ei-

genschaft eines Gegenstandes eine Dimension zuordnen. Aber mit diesen Zahlen sind dann keine konkreten Einzelgebiete mehr beschrieben, sondern es handelt sich um Gemische von Angaben über verschiedene Bezugssysteme (z.B. konkrete Realsysteme und abstrakte Ordnungssysteme). Im zweidimensionalen System sind als Hauptrichtungen die Hauptachsen, im dreidimensionalen die Hauptebenen von Bedeutung. Außerdem muß in diesem Zusammenhang das Maßverhältnis zwischen den Hauptrichtungen, die Winkligkeit zwischen den Hauptachsen und die Krümmung des Systems berücksichtigt werden.

Außer Bezugspunkt und Dimension gibt es bei Bezugssystemen *Über- und Unterordnungen* von Systemen (z.B. Rahmen innerhalb von Rahmen) und *Systemüberschneidungen*.

"Sind aber die Systeme gegeneinander mehr oder weniger offen, oder überschneiden sie sich, so werden die Bezugsverhältnisse verwickelter; ein und derselbe Gegenstand ist in mehreren Systemen zugleich oder wechselnd lokalisiert, und es entstehen dann schwankende, flaue und undurchsichtige Verhältnisse, mit zum Teil subjektiver Beliebigkeit, und schlimmstenfalls die widersinnigen Erlebnisse aus den Gebieten der Richtung, des Ortes, der Bewegung (...)" (Metzger 1963, 3. Aufl., S. 150).

Als Beispiel für die *Über- und Unterordnung* von Systemen kann das Ineinanderliegen von Bezugssystemen beim Figur-Grundverhältnis angesehen werden. Was aus dieser gerafften Darstellung über die Beschaffenheit von Bezugssystemen für die Abgrenzung zur Unterscheidung "global-lokal" deutlich werden kann, ist, daß die letztere Unterscheidung lediglich eins der vier wesentlichen von Metzger genannten Merkmale, nämlich das der Ober- und Unterordnung von Systemen darzustellen vermag.

Nach Witte (1960) kann man Bezugssysteme als "Folien" auffassen. Als Beispiel für die "folienartige" Wirkung eines Bezugssystems nennt Witte eine Anordnung von gleichseitigen gelben Strichdreiecken auf blauem Grund. Er verweist darauf, daß erst auf der Folie nicht geschlossener Figuren das Dreieck die phänomenale Charakteristik "geschlossen" bekommen kann.

"Auf der Folie unserer ganzen bunten Welt mit all ihren verschiedenen Sinnesqualitäten, Formen, Bewegungen, synaesthetischen Zusammenhängen, Gefühlstönen usw. hat solch ein Dreieck schließlich unübersehbar viele Eigenschaften" (Witte 1960, S. 224).

Sieht man das Dreieck auf einer Tapete, so werden andere Systeme angeklinkt, als wenn das Dreieck sich auf einem Fischrücken oder der Tafel eines Mathematikers befindet.

Während die Grundidee vom Bezugssystem bei Koffka die eines Rahmens und bei Metzger die des Grundes ist, bekommt bei Witte die Vorstellung einer Folie, die über einen Gegenstand gelegt oder projiziert wird, zentralen Stellenwert. Wie sind diese unterschiedlichen Modelle für Bezugssysteme miteinander vereinbar? Entsprechend den Gestaltgesetzen der Bildung von Bezugssystemen könnte man Koffkas Rahmen als Sonderfall des Sachverhaltes ansehen, daß das anschaulich Umschließende bevorzugt Bezugssystem für das Umschlossene wird. Wittes Modell dagegen ist nicht nur sehr gut in der Lage das Unscheinbare, Schemenhafte von Bezugssystemen darzustellen, es ist auch in der Lage, die wesentlichen Unterschiede zum "Grund" bei Beibehaltung aller Gemeinsamkeiten zu verdeutlichen. Auf diese Weise wird es möglich, die unterschiedlichen Wahrnehmungsebenen, die in völlig integrierter und doch auch völlig differenzierter Weise vorhanden sind, in ihrer Besonderheit zu beschreiben.

Abschließend sei noch kurz auf das zweite (zu Beginn, S. 405) formulierte Problem eingegangen: die Integration einzelner kleiner Informationsstichproben innerhalb enger zeitlicher Nachbarschaft. Variiert man z.B. die Wiederholungsstruktur der Buchstabenanordnungen in Suchlisten hinsichtlich der Gesamtliste und hinsichtlich kleinerer (lokaler) Teilbereiche, so zeigt sich nach Prinz (1979b), daß hauptsächlich die lokalen Wiederholungsverhältnisse das Suchverhalten bestimmen. Nach Prinz & Rübenstrunk (1979) kommen zwei Integrationsmechanismen zur Erklärung dieser

Befunde in Betracht. Die *räumliche* Integration führt dazu, daß innerhalb kleiner Stichproben (etwa 4 Elemente) Wiederholungen von Kontextelementen eleminiert werden. Auf der zweiten Stufe werden die übriggebliebenen Kontextelemente mit den längerfristig gespeicherten Gedächtnisrepräsentationen von Kontextelementen verglichen und gleichzeitig werden in einem Prozeß der *zeitlichen* Integration die gespeicherten (Gedächtnis-)Kontextelemente durch die aktuellen (Reiz-)Kontextelemente "aufgefrischt". In Abhängigkeit von der Wiederholungsdichte wird in der Suchstrategie der Versuchsperson entweder der räumliche Integrationsmechanismus (große Wiederholungsdichte) oder der zeitliche Integrationsmechanismus (geringe Wiederholungsdichte) bevorzugt (Prinz & Rübenstrunk 1979).

Neisser (1967) arbeitet anhand der Diskussion der Theorie der "Phasensequenzen" von Hebb zwei Positionen heraus, wobei die erste lautet, daß sukzessive retinale Muster in interaktiver und konstruktiver Weise miteinander in Beziehung gesetzt werden, während die zweite besagt, daß jeder "Schnappschuß" selbständig zur Anreicherung einer zentral existierenden Repräsentation beiträgt. Dieses von Neisser (1967) als ungelöst formulierte Problem kann man nach den bisherigen Oberlegungen nun folgendermaßen strukturieren: Integriert werden können sowohl relativ "*zentral*" als auch relativ "*peripher*" existierende Repräsentationen (z.B. Datenbasis und Schemata, s.o. S. 275ff.) als auch Repräsentationen unterschiedlicher *zeitlicher* und *räumlicher* Nachbarschaft, wobei die Korngröße der Verarbeitungseinheiten variieren kann.

E. Prozesse bei der Beendigung der Suche

Falls der Suchgegenstand in der Szene vorhanden ist, kann die Suche vergleichsweise schnell - sofort nach Auffinden des Suchobjektes - beendet werden. Die Faktoren, die die Prozesse steuern, die dem *Auffinden* zugrunde liegen, sind im experimentellen und theoretischen Teil bereits im einzelnen diskutiert worden. Ist der Suchgegenstand jedoch nicht in der Szene vorhanden, so muß die Versuchsperson ein Kriterium besitzen, wonach sie entscheiden kann, wann die Suche zu beenden ist.

Für das Abbruchkriterium, das die Versuchsperson setzt, um zu entscheiden "Suchgegenstand nicht vorhanden", ist die experimentell erworbene Erfahrung über die Auftretenshäufigkeiten bestimmter Typen von Suchgegenständen (z.B. situativ nahe oder situativ ferne Suchobjekte) von besonderer Bedeutung. Experimentell erworbene Erfahrung läßt sich jedoch als *episodisches* Wissen auffassen. Daher erscheint es lohnenswert zu untersuchen, wie sich *semantisches* und *episodisches* Wissen auf die Abbruchfähigkeit der Suche auswirken.

Nach Tulving (1972) ist das semantische Gedächtnis ein System der Aufnahme, Speicherung und Obertragung von Information über Bedeutungen von Wörtern, Konzepten und Klassifikationen von Konzepten. Dagegen werden im episodischen Gedächtnis Informationen über zeitlich datierte Ereignisse und zeitlich-räumliche Relationen zwischen den Ereignissen aufgenommen und gespeichert.

Zwischen dem semantischen und dem episodischen Wissen existieren gravierende Unterschiede; hierbei ist die unterschiedliche Wirksamkeit von Gedächtnisinhalten, die aufgrund langfristiger Erfahrung erworben sind und solchen Gedächtnisinhalten, die durch kurzfristig eingeführte experi-

mentelle Begleitumstände bestimmt werden, von entscheidender Bedeutung. Das semantische Wissen beeinflußt die *Identifikation* aufgrund präexperimenteller Erfahrung. Dagegen werden Identifikationsprozesse nicht von momentan, experimentell erworbenen Eigenschaften (episodischem Wissen) determiniert (Neumann 1980).

Inhalte des episodischen Gedächtnisses beeinflussen dagegen die Reaktionsvorbereitung (z.B. artikulatorische Programmierung). Die Anpassung an die entsprechenden Versuchsbedingungen erfolgt über eine Modifikation des Handlungsplans. Diese Modifikation ist viel flexibler als die "... allmählichen Änderungen, die der 'Anreicherung' von Wahrnehmungsobjekten durch semantische Merkmale zugrundeliegen" (Neumann 1980, S. 276).

Ganz im Sinne der von Neumann (1980) getroffenen Feststellung, daß präexperimentelle Erfahrung (semantisches Wissen) die Identifikation beeinflusse und experimentell erworbene Eigenschaften sich auf die Reaktionsvorbereitung auswirken, zeigen die Ergebnisse der eigenen Experimente eine verbesserte Identifikationsleistung für *vorhandene*, situativ nahe Suchobjekte (auch ablesbar an den verbesserten d'-Werten, S. 256), die nicht durch die experimentell eingeführten Auftretenshäufigkeiten beeinflußt wird und eine vollständigere Suche für *nicht vorhandene* situativ nahe Suchobjekte, die ganz erheblich durch die experimentellen Auftretenshäufigkeiten von situativ nahen und situativ fernen Suchobjekten determiniert wird.

In Experiment 1 (S. 54ff.) ist gefunden worden, daß die situative Nähe eines *nicht vorhandenen* Suchgegenstandes die *Abbruchfähigkeit* des Suchprozesses verändert. Situativ nahe (in die Szene hineinpassende Suchgegenstände) werden in der Szene erwartet und folglich wird länger (vollständiger) nach ihnen gesucht. Dagegen wird bei Gegenständen, die nicht in der Szene erwartet werden (situativ ferne Suchge-

genstände) die Suche sehr frühzeitig abgebrochen, so daß die Szene weniger vollständig durchmustert wird. Es läßt sich aus den Häufigkeitsverteilungen der Reaktionszeiten ersehen, daß für Bedingungen, in denen nach situativ nahen Objekten gesucht werden sollte, erheblich öfter kleine Häufigkeitsmaxima in den Reaktionszeitklassen ab 4 Sekunden zu beobachten sind (Abb. 22 und 23, S.214, 215) Verstärkt wird dieser Sachverhalt an den Häufigkeitsmaxima der Augenbewegungsdaten deutlich (Abb. III und IV).

Wenn man nun die Erwartungseffekte bei *Nicht-Vorhandensein* des Suchgegenstandes in der Szene im einzelnen analysiert, so zeigt sich folgendes recht klare Bild:

Enthalten die Szenen niemals situativ ferne Objekte (Auftretenshäufigkeit 0 %), so sind die Unterschiede zwischen der Suche nach situativ nahen und situativ fernen Gegenständen am deutlichsten ausgeprägt und zwar in der Weise, daß die Suche nach situativ fernen Objekten extrem frühzeitig abgebrochen wird (Biederman, Glass & Stacy 1973). Erhöht man die Auftretenshäufigkeit für situativ ferne Suchgegenstände auf 50 %, so steigen die Suchzeiten für diese Bedingung stark an (die Suche wird nicht mehr so frühzeitig abgebrochen) und die Differenz zu der Bedingung "Suche nach situativ nahen Objekten" reduziert sich (Experiment 1 und 2). Erhöht man die Auftretenshäufigkeit von situativ fernen Gegenständen auf 75 % (Experiment 3 und 4), so verstärken sich beide Tendenzen noch (die Suchzeiten für situativ ferne Gegenstände nehmen weiter zu und die Differenzen reduzieren sich).

Aus diesen Befunden wird deutlich, wie das episodische - experimentell erworbene - Wissen über die Auftretenshäufigkeiten bestimmter Gegenstandsklassen die *Abbruchfähigkeit* der Suche (über die Zahl der entnommenen Informationsstichproben) verändert. Dagegen hat das episodische Wissen über die Auftretenshäufigkeit von situativ fernen Objekten keinen Einfluß auf die Prozesse der Identifikation (bei

vorhandenem Suchgegenstand). Diese Prozesse hängen vielmehr von der präexperimentell erworbenen Erfahrung und dem Entwicklungsstand der Schemata ab.

Die Erwartung, daß ein situativ nahes Suchobjekt in der Szene vorhanden sein sollte - obwohl es tatsächlich nicht vorhanden ist - führt zu einer Erhöhung der Zahl der entnommenen Informationsstichproben und nicht zu einer intensiveren Überprüfung der jeweiligen Informationsstichprobe (s.S.50f.). Dieser Sachverhalt läßt sich auch recht deutlich anhand von Abb. 37 S. 265 demonstrieren, aus der hervorgeht, daß keine Unterschiede in der Fixationsdauer für situativ nahe und situativ ferne Suchobjekte existieren, während sich hinsichtlich der Zahl der Fixationen sehr wohl systematische Differenzen ergeben (Abb. 38, S. 266).

Die Daten aus den Augenbewegungsuntersuchungen - speziell die nahezu identischen linearen Funktionen für die einzelnen Versuchsbedingungen (Reaktionszeit in Abhängigkeit von der Fixationszahl) legen es nahe, die Entnahme von Informationsstichproben mit dem Vergleichsprozeß zwischen Gedächtnisrepräsentation des "targets" und sichtbarem Reizobjekt gleichzusetzen. Es ist nicht notwendig, einen an die Entnahme sich anschließenden Vergleichsprozeß zu postulieren. In den vorliegenden Untersuchungen sind beide Prozesse funktional identisch.

Diese Unterscheidung kann jedoch für seriell angeordnetes Reizmaterial mit bestimmten Wiederholungsstrukturen notwendig sein (s.S. 411f.). Auch für die Informationsstichprobe, in der ein Suchgegenstand aufgefunden wird, ist es notwendig, einen speziellen Vergleichsprozeß anzunehmen, denn in diesen Fällen finden sich besonders lange Fixationsdauern (s.S. 265).

Wie sich anhand der Häufigkeitsverteilungen für die Reaktionszeiten (Abb. 22 bis 27) ablesen läßt, ist die Abbruchfähigkeit der Durchmusterung in besonderem Ausmaße von der Größe und Dichte des Suchfeldes abhängig. Je größer das Suchfeld ist, desto ausgeprägter die beeinträchtigende Wirkung situativer Nähe des Suchgegenstandes, desto größer also die Suchzeit*differenz* zwischen situativ nahen und situativ fernen Objekten. Das experimentell erworbene, episodische Wissen über die hohe Auftretenshäufigkeit situativ ferner Objekte führt zur Ausprägung von Häufigkeitsmaxima (in

den hohen Reaktionszeitklassen) auch für diese Bedingung (Abb. 24, 25).

Neben der bislang diskutierten Möglichkeit, daß Erwartungen über die Auftretenshäufigkeiten bestimmter Suchobjekte die Abbruchskriterien der Versuchspersonen beeinflussen, so daß sich die Zahl der entnommenen Informationsstichproben verändert, muß noch eine andere Erklärungsalternative in Betracht gezogen werden. Erwartungen könnten sich auch auf die *Bereitstellung* der Reaktionskategorie "vorhanden" auswirken.

Prozesse der Bereitstellung sind bei der Erklärung des Alternativeneffektes im klassischen Wahlreaktionszeitexperiment von großer Bedeutung. Bei der Diskussion des Alternativeneffektes (die Reaktionszeit steigt proportional zum Logarithmus der Alternativenzahl an) wird meistens angenommen, daß der Reaktionsprozeß oder die Zuordnung von Reizkategorien zu Reaktionskategorien mit zunehmender Alternativenzahl mehr Zeit in Anspruch nehmen, weil die *Bereitstellung* der Reaktionskategorien bei hoher Alternativenzahl nicht mit gleicher Ökonomie wie bei geringer Alternativenzahl geleistet werden kann. Bei gegebener Alternativenzahl wird die Reaktionszeit jedoch in erheblichem Ausmaße durch die Auftretenshäufigkeiten (Wahrscheinlichkeiten) der einzelnen Alternativen bestimmt (Hawkins & Underhill 1971). Erwartungen und Vorhersagen über das antizipierte Reizereignis führen zu Reaktionszeitveränderungen. Geller (1975) konnte zeigen, daß auf richtig vorhergesagte Reizalternativen am schnellsten reagiert wird; es folgen die Zeiten für nicht vorhergesagte Reize. Am langsamsten wird auf falsch vorhergesagte Alternativen reagiert. Die Wahlreaktionszeiten werden nicht durch die objektiven Wahrscheinlichkeiten der Reize, sondern durch die subjektiv repräsentierte Wahrscheinlichkeitsstruktur determiniert (Reinert 1976). Alle diese Befunde und das Ergebnis, daß sich Erwartungen über Auftretenshäufigkeiten besonders stark in inkompatiblen Reiz-Reaktionspaarungen bemerkbar machen (Sanders 1970), sprechen für die Hypothese, daß *Bereitstellungen* auf die Prozesse der Reaktionsvorbereitung wirken.

Daß Bereitstellungen auch beim visuellen Suchen eine bedeutende Funktion besitzen können, läßt sich folgendem Experiment von Gleitman & Jonides (1978) entnehmen, in dem die Versuchspersonen nach einem "target" innerhalb von Katego-

rien (kategoriale Nähe) oder einem "target" zwischen Kategorien (kategoriale Ferne) suchen sollten. Üblicherweise findet sich in solchen Experimenten, daß die Suche nach kategorial nahen "targets" länger dauert als nach kategorial fernen und daß die Suchzeitfunktion (Abhängigkeit der Suchdauer von der "target"-Position) für kategorial nahe "targets" stärker ansteigt als für kategorial ferne - ein Effekt, der sich aus der zunehmenden Vergleichsdauer pro Informationsstichprobe ergibt. Diese Wirkung kategorialer Ferne beim visuellen Suchen in seriell abgeordnetem Material verschwindet jedoch, wenn nach *zwei* "targets" *aus unterschiedlichen* Kategorien Ausschau gehalten werden soll - also beide Kategorien bereitgestellt werden müssen - obgleich im jeweiligen Versuchsdurchgang das "target" kategoriale Ferne zum Kontext bestitzt.[1)]

Wenn das visuelle Suchen nach einem Tiernamen (im Kontext neutraler Wörter) leichter durchzuführen ist als das Suchen nach einem "Nicht-Tiernamen" (im Kontext von Tiernamen)(Lawrence 1971), so kann dieser Befund ebenfalls mit der Bereitstellungshypothese erklärt werden, denn einen "Nicht-Tiernamen" kann man nicht bereitstellen, wohl aber einen Tiernamen.

Man kann versuchen, diese Oberlegungen zur Bereitstellung auch auf die Experimente 1 bis 4c anzuwenden, obgleich natürlich berücksichtigt werden muß, daß in diesen Fällen immer nur nach *einem* "target" gesucht werden sollte.

Wenn die Bereitstellung der Reaktionskategorie "vorhanden"

[1)] *Nach Sasaki (1970, zitiert nach Rabbitt 1978) verschwindet die Abhängigkeit der Suchzeit von der Zahl der Zielreize, wenn die "targets" der gleichen semantischen Kategorie angehören. Ähnliches gilt bei* ausgedehnter Übung *mit bis zu zehn "targets" (Neisser, Novik & Lazar 1963).*

die funktionale Wirksamkeit hat, die Suche weiterzuführen, läßt sich diese Erklärungsmöglichkeit nicht von dem bislang diskutierten Ansatz der Entnahme zusätzlicher Informationsstichproben unterscheiden. Bedeutet die Formulierung "Bereitstellung der Reaktionskategorie" jedoch, daß *im Anschluß an jede* entnommene Informationsstichprobe ein Bereitstellungsprozeß stattfindet, so ergeben sich Widersprüche zu den Befunden der Experimente. Für diesen Fall würde man nämlich eine verlängerte Fixationsdauer pro Informationsstichprobe vorhersagen; bei den Reaktionszeitdaten von Experiment 1 und 2 sollte sich eine Interaktion von "situativer Nähe" und "Organisation der Szene" einstellen - die jedoch nicht auftritt -, denn in unorganisierten Szenen müssen mehr Informationsstichproben als in organisierten erhoben werden, und die Bereitstellung würde daher *jede* der erhobenen Informationsstichproben zusätzlich verzögern.

V. ÜBERBLICK

In der vorliegenden Arbeit werden in einem experimentellen und einem theoretischen Teil die bei der visuellen Suche in komplexen Bildszenen ablaufenden Verarbeitungsprozesse untersucht. Die Arbeit hat zum Ziel, zur Klärung der in der Einleitung aufgeworfenen Fragen beizutragen: In welche Abschnitte läßt sich die Suche in komplexen Szenen gliedern (Bildung einer ganzheitlichen Szenenrepräsentation, Entnahme einzelner Informationsstichproben etc.)? Welche Größe und qualitative Beschaffenheit besitzen die entnommenen Informationsstichproben? Wie wird die Abfolge größerer Sequenzen von Informationsstichproben reguliert? Welche Vorgänge liegen der Integration einzelner Informationsstichproben zugrunde? Welche Repräsentationsformen sind bei der visuellen Suche in komplexen Szenen beteiligt, und wie wirken diese Repräsentationsformen bei der Informationsverarbeitung zusammen? Welche Prozesse steuern die Beendigung der Suche?

Zur Klärung dieser Fragen wurden Experimente durchgeführt, in denen die Versuchspersonen die Aufgabe hatten, in die Szene hineingehörige (situativ nahe) bzw. nicht hineingehörige (situativ ferne) Gegenstände zu suchen und das Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein dieser Gegenstände in der Szene so schnell (und korrekt) als möglich mit Hilfe einer Tastendruckreaktion anzuzeigen. In den einzelnen Experimenten wurde u.a. die räumliche Organisation der Szene, die Größe des Suchfeldes, die Dichte dieses Feldes, die Vorgabe einer visuellen schematischen Vorinformation über die Beschaffenheit der Suchszene und das Vorhandensein von Kontextgegenständen, die die Aufmerksamkeit an sich zogen (situativ ferne Kontextgegenstände) auf die Verarbeitungsvorgänge untersucht; eine Diskussion der Ergebnisse findet sich jeweils im Anschluß an die einzelnen Experimente. Zu-

sammengefaßt sind die wichtigsten Befunde auf S. 209ff. Im theoretischen Teil sind die Ergebnisse der experimentellen Untersuchung hinsichtlich ihrer Konsequenzen für die theoretischen Modelle eingeordnet worden.

Im folgenden Abschnitt des Oberblicks sollen einige Gedanken des theoretischen Teils im Vordergrund stehen. Bezüglich der (strukturellen) Formen der bei der Bildverarbeitung beteiligten Repräsentationen sind Verarbeitungspyramiden (Hierarchieebenenmodelle) für analoge und abstraktere Repräsentationen (Schemata und Kategorie) diskutiert worden.

Analoge Repräsentationen lassen sich durch ihre Kontinuität, ihre räumlich-relationale und simultane Struktur und Isomorphie (Strukturähnlichkeit von Repräsentation und realer Welt oder von Repräsentationen untereinander) kennzeichnen. Einen wichtigen Beitrag zum Verständnis analoger Repräsentationen liefert die (mit physiologischen Ergebnissen gut verträgliche) Autokorrelationstheorie (Uttal 1975). Die Autokorrelationstheorie vermag auch Erkenntnisse der gestaltspsychologischen Tradition (z.B. Organisationsprinzipien), der Fourier-Analysen und des Ansatzes von Gibson (1966) zu berücksichtigen. Ein klassisches Forschungsfeld analoger Repräsentationen ist das "ikonische Gedächtnis". Die Funktion analoger Repräsentationen besteht darin, komplexe, räumlich-rationale Informationen bereitzustellen und die Integrationsbasis für abstraktere Repräsentationen zu liefern.

Zwei grundlegende Formen analoger Repräsentationen sind Regionen und Ränder; diese Repräsentationen stehen in komplementärer Relation zueinander. Repräsentationen von Rändern und Regionen sind außerdem nach dem Konvergenzprinzip hierarchisch in "Verarbeitungspyramiden" organisiert. Mit zu-

nehmender Höhe in der Verarbeitungspyramide nimmt die "Auflösungsstärke" ab. Verarbeitungspyramiden sind in der neueren Komputersimulation der Bildverarbeitung von Bedeutung. Neben den Verarbeitspyramiden wird die "Ortsfrequenzhypothese" als alternativer Erklärungsansatz diskutiert. Die Priorität "globaler" Analyse legt eine Vorrangstellung von Regionen gegenüber Rändern nahe. Die Beziehung von Rändern und Regionen zueinander verändert sich jedoch beim Obergang von fovealen zu parafovealen und peripheren Netzhautbereichen.

Zu den abstrakteren Formen der Repräsentation gehören Schemata und Kategorien. Schemata sind ebenfalls durch eine hierarchisch gegliederte Struktur mit Einheiten unterschiedlicher Korngröße auf den einzelnen Ebenen gekennzeichnet; sie besitzen sowohl strukturelle als dynamische Aspekte (als inhaltlicher Bezugsrahmen und zur Steuerung von Wahrnehmungsaktivitäten). Der Kontakt zwischen analogen Repräsentationsformen (Datenbasis) und Schemata läßt sich als Prozeß des Ausfüllens von "Leerstellen" (auf der untersten Schemaebene) durch die Datenbasis oder als Projektionsprozeß von Schemata auf die Daten darstellen, wobei sich beide Aussagen nicht unbedingt widersprechen müssen (wenn man etwa simultan ablaufende "top down"- und "bottom up"-Prozesse annimmt. Das Zustandekommen des Kontaktes zwischen Datenbasis und zugehörigen Schemata wird auf dem Hintergrund des Zusammenwirkens von Handlungsplan und Reizrepräsentation verständlich.

Kategorien werden als konjunktive und disjunktive Verknüpfungseinheiten zwischen Schemata aufgefaßt. Die unterschiedliche Wirksamkeit von Kategorien und Schemata wird am Beispiel von Kontext- und Kategorieeffekten beim visuellen Suchen diskutiert.

Die Verarbeitungspyramiden für Ränder und Regionen haben eine andere Beschaffenheit als die für Schemata und Kategorien; während im ersten Fall Informationen auf höheren Ebenen in zunehmend komprimierter Form nach dem Prinzip der Durchschnittsbildung bereitgestellt wird, lassen sich die hierarchisch geordneten Repräsentationsebenen von Schemata dadurch kennzeichnen, daß die Einheiten kleinerer Korngröße auf den unteren Ebenen den größeren Einheiten konvergierend zugeordnet sind, ohne daß damit eine additive Intensitätssummation verbunden wäre.

Bei der Diskussion der dynamischen Aspekte der Suche in komplexen Szenen stellt sich das Problem der Priorität globaler gegenüber lokaler Verarbeitung sowohl *räumlich* (periphere vs. foveale Wahrnehmung) als auch *hierarchisch* (höhere Verarbeitungsebenen vs. niedrigere Verarbeitungsebenen). Die Annahme simultan erfolgender globaler und lokaler Verarbeitung steht der Annahme gegenüber, daß die lokale Verarbeitung seriell der globalen folgt. Zur Entscheidung zwischen diesen Annahmen tragen physiologische Evidenzen, Oberlegungen zur Ontogenese der Wahrnehmungsfunktionen und Diskussionen zur Ortsfrequenzhypothese bei.

In verwandter Form stellen sich die Probleme erneut, wenn die Prozesse der Entnahme einzelner Informationsstichproben (hinsichtlich der Größe und qualitativen Beschaffenheit) betrachtet werden. Die mit der Entnahme einzelner Informationsstichproben verbundene Fixationsdauer setzt sich jeweils aus dem Zeitanteil für die zentrale (foveale) Informationsverarbeitung und die Programmierung von Sakkaden zusammen, wobei der Programmierung eine Winkelmessung und Informationsverarbeitung aus peripheren Gesichtsfeldbereichen zugrunde liegt.

Unter gegebenen Versuchs- und Aufgabenbedingungen läßt sich die Größe des funktionalen visuellen Feldes beim visuellen Suchen eindeutig angeben, ohne daß damit hinsichtlich anderer Aspekte der Reizinformation (z.B. Lichtintensitäts- oder Texturverteilung) ebenfalls eine abrupte Grenze impliziert wäre.

Die Regulation größerer Abfolgesequenzen von Informationsstichproben ist in erheblichem Maße vom ontogenetischen Entwicklungsstand abhängig; die Betrachtung unterschiedlicher Typen von Hirnläsionen kann zum Verständnis der Interaktion fovealer und peripherer Wahrnehmung bei der Regulation sakkadischer Augenbewegungen beitragen, wobei das Zusammenwirken hemisphärischer und subhemisphärischer Mechanismen bedeutsam wird.

Abschließend werden im theoretischen Teil Probleme der Integration von Informationsstichproben und Prozesse bei der Beendigung der Suche in komplexen Bildern diskutiert.

LITERATURVERZEICHNIS

Aiken, L.R. & Williams, E.N., Three variables related to reaction time to compare single-digit numbers. Perceptual and Motor Skills, 1968, 27, 199-206

Allport, D.A., Conscious and unconscious cognition: a computational metapher for the mechanism of attention and integration in: L.G. Nilsson (Hg.): Perspectives on memory research. Essays in Honor of Uppsala University's 500th Anniversary, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1979

Anderson, J.R. & Bower, G.H., Human associative memory, D.C. Washington: Winston, 2. Auflage 1974

Antes, J.R., The time course of picture viewing. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 62-70

Antes, J.R., Penland, J.G. & Metzger, R.L., Contexteffects on the recognition of usual and unusual objects from pictures. Manuscript submitted for publication, 1978

Antes, J.R. & Metzger, R.L., Influences of picture context on object recognition. Acta Psychologica, 1980, 44, 21-30

Antes, J.R., Penland, J.G. & Metzger, R.L., Processing global information in briefly presented pictures. Psychological Research, 1981, 3, 277-292

Arnheim, R., Anschauliches Denken. Köln: DuMont, 1972

Arnheim, R., Zur Psychologie der Kunst. Köln: Kiepenheuer & Witsch, 1977

Arnheim, R., Kunst und Sehen (Neufassung). Berlin: de Gruyter,197

Arnheim, R., Some comments on J.J. Gibson's approach to picture perception. Leonardo, 1979, 12, 121-122

Attneave, F., Applications of information theory to psychology. New York: Holt,1959

Audley, R.J. & Wallis, C.P., Response instructions and the speed of relative judgments, I. Some experiments on brightness discrimination. British Journal of Psychology, 1964, 55,59-7

Baddeley, A.D., The psychology of memory. New York: Basic Books, 1976

Bajcsy, R. & Joshi, A.K., A partially ordered world model and natural outdoor scenes. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.) Computer Vision Systems. New York: Academic Press, 1978

Banks, W.P., Clark, H.H. & Lucy, P., The locus of the semantic congruity effect in comparative judgments. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1975, 1, 35-47

Banks, W.P. & Flora, J., Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1977, 3, 278-290

Barrow, H.G. & Tenenbaum, J.M., Recovering intrinsic scene characteristics from images. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman, (Hg.), Computer Vision Systems. New York: Academic Press, 1978

Bartlett, F.C., Remembering. Cambridge, England: Cambridge Univ. Press, 1932

Bartlett, N.R., Thresholds as dependent on some energy relations and characteristics of the subject. In: C.H. Graham (Hg.): Vision and visual perception. Wiley, New York,1965

Bartram, D.J., Levels of coding in picture - picture comparison tasks. Memory & Cognition, 1976, 4, 593-602

Bartz, A.G., Peripheral detection and central task complexity. Human Factors, 1976, 18, 63-70

Baumgartner, G., Physiologie des zentralen Sehsystems. In: G. Baumgartner, H. Bornschein, R. Hanitzsch, R. Jung, H.H. Kornhuber, I. Rentschler, H. Schober, U. Thoden (Hg.), Sehen, Sinnesphysiologie III. München: Urban & Schwarzenberg, 1978

Becker, W., Do correction saccades depend exclusively on retinal feedback? A note on the possible role of non-retinal feedback. Vision Research. 1976, 16, 425-427

Becker, W., Hoehne, O., Iwase, K. & Kornhuber, H.H., Bereitschaftspotential, prämotorische Positivierung und andere Hirnpotentiale bei sakkadischen Augenbewegungen. Vision Research. 1972, 12, 421-436

Bencomo, A.A. & Daniel, T.C., Recognition latency for pictures and words as a function of encoded-feature similarity. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1975, 104, 119-125

Berlyne, D.E., The influence of complexity and novelty in visual figures on orienting responses. Journal of Experimental Psychology, 1958, 55, 289-296

Bever, T.G., Lachner, J.R. & Kirk, R., The underlying structure of sentences are the primary units of immediate speech processing. Perception & Psychophysics, 1969, 5, 225-234

Biederman, I., Perceiving real-world scenes. Science, 1972, 177, 77-80

Biederman, I., Glass, A.L. & Stacy, E.W., Searching for objects in real-world scenes. Journal of Experimental Psychology, 1973, 97, 22-27

Biederman, I., Rabinowitz, J.C., Glass, A.L. & Stacy jr., E.W., On the information extracted from a glance at a scene. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 597-600

Biederman, I., On processing information from a glance at a scene: Some implications for a syntax and semantics of visual processing. In: S. Treu (Hg.): User oriented design of interactive graphic systems. N.Y.: ACM, 1977

Biederman, I., On the semantics of a glance at a scene. In: M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Hg.), Perceptual organization. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1981

Bierwisch, M., Fehler-Linguistik. Linguistic Inquiry, 1970, 1, 397-414

Bloomfield, J.R., Visual search: The effect of systematically varying the difference in size of target and non-target background stimuli. Nato Advisory Group on Human Factors. Symposium "Image Evaluation", 1969

Bloomfield, J.R. & Howarth, C.J., Testing visual search theory. Nato Advisory Group on Human Factors. Symposium "Image Evaluation", 1969

Boersma, E.J. & Muir, W., Eye movements and information processing in mentally retarded children. Rotterdam: University Press, 1975

Bouma, H., Visual search and reading: Eye movements and functional visual field. A. Tutorial Review. In: J. Requin (Hg.): Attention and Performance VII. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Brand, J., Classification without identification in visual search. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1971, 23, 178-186

Brandt, H.F., Ocular patterns as an index of the attentional value of size. American Journal of Psychology. 1940, 53, 564-574

Bransford, J.D. & Johnson, M.K., Contextual prerequistites for understanding: Some investigations of comprehension and recall. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior. 1972, 11, 717-726

Breitmeyer, B.G., Simple RT as a measure of the temporal response properties of transient and sustained channels. Vision Research. 1975, 15, 1411-1412

Breitmeyer, B.G., Unmasking visual masking: A look at the "why" behind the veil of the "how". Psychological Review, 1980, 87, 52-69

Breitmeyer, B.G. & Valberg, A., Local foveal inhibitory effects of global, peripheral excitation. Science, 1979, 203, 463-465

Bridgeman, B., Neurologizing mental imagery: the physiological optics of the mind's eye. The Behavioral and Brain Sciences 1979, 2, 550

Broadbent, D.E., Perception and communication. London: Pergamon Press, 1958

Broadbent, D.E., Decision and Stress. London: Academic Press, 1971

Broadbent, D.E., The hidden preattentive process. American Psychologist. 1977, 2, 109-118

Brown, B. & Monk, Th., The effect of local target surround and whole background constraint on visual search times. Human Factors, 1975, 17, 81-88

Bruce, V., Searching for politicians: An information-processing approach to face recognition. Quarterly Journal of Experimental Phsychology, 1979, 31, 373-395

Bruner, J., Goodnow, J. & Austin, G., A study of thinking. New York: John Wiley & Sons, 1956

Bruner, J., Olver, R., Greenfield, P., Hornsby, J.R., Kenney, J. Maccoby, M., Modiano, N., Mosher, F.A., Olson, D.R., Potter M.C., Reich, L.C. & Sonstroem, A.M., Studies in cognitive growth. New York: John Wiley & Sons, 1966

Bruner, J.S. & Potter, M.C., Interference in visual recognition. Science, 1964, 144, 424-425

Buswell, G.T., How people look at pictures. Chicago: University of Chicago Press, 1935

Campbell, F.W.C., Sometimes a biologist has to make a noise like a mathematican. NRP Bulletin on Neurophysiology and Psychophysics, 1978

Clark, H.H. & Chase, W.G., On the process of comparing sentences against pictures. Cognitive Psychology, 1972, 3, 472-517

Clark, H.H., Semantics and comprehension. The Hague: Mouton, 1976

Cohen, A.S., Is the duration of an eye fixation a sufficient criterion refering to information input? Perceptual and Motor Skills, 1977, 45, 766

Collins, A.M. & Loftus, E., A spreading-activation theory of semantic processing. Psychological Review, 1975, 82, 407-428

Collins, A.M. & Quillian, M.R., Retrieval time from semantic memory. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1969, 8, 240-248

Conrad, C., Context effects in sentence comprehension: A study of the subjective lexicon. Memory & Cognition, 1974, 2, 130-138

Cooper, L.A. & Shepard, R.N., Chronometric studies of the rotation of mental images. In: W.G. Chase (Hg.), Visual information processing. New York: Academic Press, 1973

Cooper, L.A. & Shepard, R.N., Transformations on representations of objects in space. In: E.C. Carterette & M. Friedman (Hg.), Handbook of perception: Vol. VIII. Space and object perception. New York: Academic Press, 1978

Corbett, A.T. & Wickelgren, W.A., Semantic memory retrieval: Analysis by speed accuracy tradeoff functions. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1978, 30, 1-15

Coren, S., Porac, C. & Ward, L.M., Sensation and perception. New York: Academic Press, 1979

Cornsweet, D.J., Use of cues in the visual periphery under conditions of arousal. Journal of Experimental Psychology, 1969, 80, 14-18

Dallas, M. & Merikle, Ph.M., Response processes and semantic context effects. Bulletin of the Psychonomic society, 1976, 8, 441-444

Dashiell, J.F., Affective value-distances as a determinant of esthetic judgment-times. American Journal of Psychology, 1937, 50, 57-67

Day, R.H., The psychological basis of form perception in the peripheral retina. Psychological Review, 1957, 64, 38-48

Deutsch, J.A., On the category effect in visual search. Perception and Psychophysics, 1977, 21, 590-592

Donders, F.C., Die Schnelligkeit psychischer Prozesse. Arch. Anat. Phys., 1868, 657-681

Dooling, D.J., Some context effects in the speeded comprehension of sentences. Journal of Experimental Psychology, 1972, 93, 56-62

Easterbrook, J.A., The effect of emotion on an utilization and the organization of behavior. Psychological Review, 1959, 66, 183-201

Edwards, D.C. & Goolkasian, P.A., Peripheral vision location and kinds of complex processing. Journal of Experimental Psychology, 1974, 102, 244-249

Egeth, H.E., Parallel versus serial processes in multidimensional stimulus discrimination. Perception & Psychophysics, 1966, 1, 245-252

Egeth, H., Atkinson, J., Gilmore, G. & Marcus, N., Factors affecting processing mode in visual search. Perception and Psychophysics, 1973, 13, 394-402

Ehrich, R.W. & Foith, J.P., Topology and semantics of intensity arrays. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Eichelman, W.H., Stimulus and response repetition effects for naming letters at two response-stimulus intervals. Perception and Psychophysics, 1970, 2, 94-96

Ellis, S.H., Interaction of encoding and retrieval in relative age judgments: An extension of the "crossover" effect. Journal of Experimental Psychology, 1972, 94, 291-294

Elkind, D., Koegler, R.R. & Go, E., Studies in perceptual development: II. Part-whole perception. Child Development, 1964, 35, 81-90

Elkind, D. & Weiss, J., Studies in perceptual development: III. Perceptual exploration. Child Development, 1967, 38, 553-561

Engel, F.L., Visual conspicuity, directed attention and retinal locus. Vision Research, 1971, 11, 563-576

Engel, G.R., Dougherty, W.G. & Jones, G.B., Correlation and letter recognition. Canadian Journal of Psychology, 1973, 27, 317-326

Engel, F.L., Visual conspicuity, visual search and fixation tendencies of the eye. Vision Research, 1977, 17, 95-108

Enoch, J.M., Effect of the size of a complex display upon visual search. Journal of the Optical Society of America, 1959, 49, 280-286

Entus, A. & Bindra, D., Common features of the "repetition" and "same-different" effects in reaction time experiments. Perception & Psychophysics, 1970, 7, 143-148

Eriksen, C.W., Location of objects in a visual display as a function of the number of dimensions on which the objects differ. Journal of Experimental Psychology, 1952, 44, 56-60

Eriksen, C.W., Object location in a complex perceptual field. Journal of Experimental Psychology, 1953, 45, 126-132

Eriksen, C.W., Partitioning and saturation of visual displays and efficiency of visual search. Journal of Applied Psychology, 1955, 39, 73-77

Eriksen, C.W. & Hoffman, J.E., Temporal and spatial characteristics of selective encoding for visual displays. Perception and Psychophysics, 1972, 12, 201-204

Eriksen, C.W. & Schultz, D.W., Temporal factors in visual information processing: A tutorial review. In: J. Requin (Hg.), Attention and Performance VII. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Estes, W.K., Memory, perception and decision in letter indentification. In: R. Solso (Hg.), Information processing and cognition. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1975

Fantz, R.L., The origin of form perception. Scientific American, 1961, 204, 66-72

Faw, T.T. & Nunnally, J.C., The effects on eye movements of complexity, novelty and affective tone. Perception and Psychophysics, 1967, 2, 263-267

Ferrier, R.J. & Cooper, R.M., Striate cortex ablation and spatial vision. Brain Research, 1976, 106, 71-85

Fischler, I., Semantic facilitation without association in a lexical decision task. Memory and Cognition, 1977, 5, 335-339

Fischler, M.A., On the representation of natural scenes. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Fisher, D.F., Karsh, R., Breitenbach, F. & Barnette, B.D., Eye movements and picture recognition: Contribution or embellishment. In: R. Groner, C. Meng, D.F. Fisher & R.A. Monty, Eye movements and psychological functions: International views. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates (in press), Presented 1981, Psychon. Soc. Meeting

Fitts, P.M. & Switzer, G., Cognitive aspects of information processing: I. The familiarity of S-R-sets and subsets. Journal of Experimental Psychology, 1962, 63, 321-329

Flavell, J.H. & Draguns, J., A microgenetic approach to perception and thought. Psychological Bulletin, 1957, 54, 197-217

Fodor, J.A. & Pylyshyn, Z.W., How direct is visual perception? Some reflections on Gibson's "Ecological Approach". Cognition, 1981, 9, 139-196

Friedman, A., Framing Pictures: The role of knowledge in automatized encoding and memory for gist. Journal of Experimental Psychology: General, 1979, 108, 316-355

Friend,K.E., Perceptual encoding in comparative judgments of race. Memory and Cognition, 1973, 1, 80-84

Frost, N., Encoding and retrieval in visual memory tasks. Journal of Experimental Psychology, 1972, 95, 317-326

Furst, C.J., Automatizing of visual attention. Perception and Psychophysics, 1971, 10, 65-70

Gagnê, R.M. & Wiegand, V.K., Effects of superordinate context on learning and retention of facts. Journal of Educational Psychology, 1970, 61, 406-409

Geller, E.S., Prediction outcome and choice reaction time: Inhibition versus facilitation effects. Acta Psychologica, 1975, 39, 69-82

Gerling, M., Kontexteffekte beim Identifizieren von Bildern: Suggestive Vorinformation. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 1980, 27, 193-212

Gibson, J.J., The senses considered as perceptual systems. Boston: Houghton Mifflin, 1966

Gibson, J.J., The ecological approach to the visual perception of pictures. Leonardo, 1978, 11, 227-235

Gibson, J.J., The ecological approach to visual perception. Boston: Houghton Mifflin, 1979

Gibson, E.J., Teumey, Y.J., Barron, R.W., Zaslow, M., The effect of orthographic structure on letter search. Perception and Psychophysics, 1972, 11, 183-186

Glanzer, M. & Clark, W.H., Accuracy of perceptual recall: An analysis of organization. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1963, 1, 289-299

Gleitman, H. & Jonides, J., The effect of set on categorization in visual search. Perception & Psychophysics, 1978, 24, 361-368

Gordon, L.E., Interactions between items in visual search. Journal of Experimental Psychology, 1968, 76, 348-355

Gordon, I.E., Eye movements during search through printed lists. Perceptual and Motor Skills, 1969, 29, 683-686

Gould, J.D., Eye movements during visual search and memory search. Journal of Experimental Psychology, 1973, 98, 184-195

Gould, J.D., Looking at pictures. In: R.A. Monty & J.W. Senders (Hg.), Eye movements and psychological processes. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1976

Gould & Dill, A., Eye-movement parameters and pattern recognition. Perception and Psychophysics, 1969, 6, 311-320

Graefe, O., Analyse des inneren Aufbaus einer im peripheren Gesichtsfeld wahrgenommenen Figur. Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie, 1957, 4, 104-138

Graefe, O., Qualitative Untersuchungen über Kontur und Fläche in der optischen Figurwahrnehmung. Psychologische Forschung, 1964, 27, 260-306

Graham, N. Psychophysics of spatial-frequency channels. In: M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Hg.), Perceptual organization. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1981

Green, B.F. & Anderson, L.K., Color coding in a visual search task. Journal of Experimental Psychology, 1956, 51, 19-24

Guenther, R.K. & Klatzky, R.L., Semantic classification of pictures and words. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1977, 3, 498-514

Haber, R.N. & Hershenson, M., The psychology of visual perception. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1973

Hamilton, J.M.E. & Sanford, A.J., The symbolic distance effect for alphabetic order judgments: subjective report and reaction time analysis. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1978, 30, 33-43

Hannah, T.E. & McCormack, P.D., Monitoring eye movements of high- and low-anxiety subjects during the acquisition of competitive and non-competitive paired-associate lists. Canadian Journal of Psychology, 1968, 22, 105-113

Hanson, A.R. & Riseman, E.M., Segmentation of natural scenes. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems New York: Academic Press, 1978

Haralick, R.M., Scene analysis, arrangements, and homomorphisms. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems New York: Academic Press, 1978

Harris, D., Effect of equipment complexity on inspection accuracy. Journal of Applied Psychology, 1966, 50, 236-237

Hartmann, N., Der Aufbau der realen Welt. Berlin: De Gruyter, 1. Auflage, 1940

Hawkins, H.L. & Underhill, J.R., S-R compatibility and the relative frequency effect in choice reaction time. Journal of Experimental Psychology. 1971, 91, 280-286

Hayes-Roth, F., Understanding mental imagery: interpretive metaphors versus explanatory models. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 553-554

Heylay, A.F., Detection errors in the word the: Evidence for reading units larger than letters. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1976, 2, 235-242

Hebb, D.O., The organization of behavior. New York: Wiley & Sons, 1949

Heidenheimer, P., A comparison of the roles of examplar, action, coordinate, and superordinate relations in the semantic processing of 4- and 5-year-old children. Journal of Experimental- and Child Psychology, 1978, 25, 143-159

Henderson, L. & Chard, J., Semantic effects in visual word detection with visual similarity controlled. Perception and Psychophysics, 1978, 23, 290-298

Henning, G.B., Hertz, B.G. & Broadbent, D.E., Some experiments bearing on the hypothesis that the visual system analyses spatial patterns in independent bands of spatial frequency, Vision Research, 1975, 15, 887-898

Herskowitz, A. & Binford, T.O., On boundary detection. MIT AI Memo 183, MIT AI Laboratory, Cambridge, July 1970

Hillmer, J., Jämlich, M., Sauer, D. & Thiele, R., Augenbewegungen bei geistig behinderten Kindern. Unveröffentlichtes Manuskript, Bochum 1981

Higgins, D.L. & Gettys, Ch.F., A partial repetition effect in choice reaction time for multidimensional stimuli. Perception and Psychophysics, 1977, 21, 298-306

Hinton, G., Imagery without arrays. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 555-556

Hoffman, J.E., Interaction between global and local levels of form. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1980, 6, 222-234

Hogrebe, W., Bild, in: J. Ritter (Hg.): Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 1: A-C, 915-919, Basel: Schwabe,1971

Holmgren, J.E., The effect of a visual indicator on rate of visual search: Evidence for processing control. Perception and Psychophysics, 1974, 15, 544-550

Hörmann, H., Meinen und Verstehen. Frankfurt a. Main: Suhrkamp, 1976

Horowitz, L.M., Lampel, A.K. & Takanishi, R.N., The childs memory for unitized scenes. Journal of Exeperimental Child Psychology, 1969, 8, 375-388

Howard, I.P. & Templeton, W.B., Human spatial orientation. New York etc.: John Wiley, 1966

Hubel, D.H. & Wiesel, T.N., Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. Journal of Physiology, 1962, 160, 106-154

Hunt, R.R., How similar are context effects in recognition and recall? Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1975, 1, 530-537

Hutchinson, J.W. & Lockhead, G.R., Similarity as Distance: A structural principle for semantic memory, Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1977, 3, 660-678

Ikeda, M. & Takeuchi, T., Influence of foveal load on the functional visual field. Perception and Psychophysics, 1975, 18, 225-260

Ingling, N.W., Categorization: a mechanism for rapid information processing. Journal of Experimental Psychology, 1972, 94, 239-43

Ittelson, W.H., Environment perception and contemporary perceptua theory. In: W.H. Ittelson (Hg.), Environment and cognition. New York: Seminar Press, 1973

Jacobson, Effects of association upon masking and reading latency Journal of Psychology, 1973, 27, 58-69

James, C.T. & Smith, D.E., Sequential dependencies in letter search. Journal of Experimental Psychology, 1970, 85, 56-60

Johnson-Laird, P.N., The "thoughtless imagery" controversy. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 557-558

Johnston, D.H., Search performance as a function of peripheral acuity. Human Factors, 1965, 7, 527-535

Jonides, J. & Gleitman, H.A., A conceptual category effect in visual search: O as a letter or a digit. Perception and Phsychophysics, 1972, 12, 457-460

Jonides, J. & Gleitman, H., The benefit of categorization in visual search: Target location without identification. Perception and Psychophysics, 1976, 20, 289-298

Julesz, B., Figure and ground perception in briefly presented isodipole textures. In: M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Hg.), Perceptual Organization, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1981

Kapoula, Z., The influence of peripheral preprocessing on oculo-motor programming in a scanning task. Laboratoire de Psychologie Experimentale. 28 rue Serpente, Paris 6, France, 1981

Karlin, M.B. & Bower, G.H., Semantic category effects in visual search. Perception and Psychophysics, 1976, 19, 417-424

Karpov, B.A., Luria, A.R. & Yarbus, A.L., Disturbances of the structure of active perception in lesions of the posterior and anterior regions of the brain. Neuropsychologia, 1968, 6, 157-166

Keenan, J.M. & Olson, R.K., The imagery debate: a controversy over terms and cognitive styles. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 558-559

Kinchla, R.A. & Wolfe, J.M., The order of visual processing: "Top-down", "bottom-up", or "middle-out". Perception and Psychophysics, 1979, 25, 225-231

Kinsbourne, M. & Hicks, R.E., Functional cerebral space: a model for overflow, transfer and interference effects in human performance: a tutorial review, in: M. Kinsbourne (Hg.), Hemispheric disconnection and cerebral functioning. Springfield, III.: Ch. Thomas, 1974

Kirby, N.H., Sequential effects in two-choice reaction time: automatic facilitation or subjective expectancy? Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1976, 2, 567-5577

Klatzky, R.L., Visual and verbal coding of laterally presented pictures. Journal of Experimental Psychology, 1972, 96, 439-448

Klee, P., Das bildnerische Denken. Basel und Stuttgart: Schwabe, 1964

Klein, G.A. & Klein, H.A., Word identification as a function of contextual information. American Journal of Psychology, 1973, 86, 399-406

Klemmer, E.T., Simple reaction time as a function of time uncertainty. Journal of Experimental Psychology, 1957, 54, 195-200

Köhler, W., Psychologische Probleme. Berlin: Springer, 1933

Köhler, W., Werte und Tatsachen. Berlin: Springer, 1968

Koffka, K., Principles of Gestalt-Psychology. London: Routledge Paul Kegan, 1935

Kopfermann,H., Psychologische Untersuchungen über die Wirkung zweidimensionaler Darstellungen körperlicher Gebilde. Psychologische Forschung, 1930, 13, 293-364

Kornblum, S., Sequential Effects in choice reaction time: A Tutorial Review.In: S. Kornblum (Hg.), Attention & Performance IV., 259-288, N.Y.: Academic Press, 1973

Kornhuber, H.H., Motor functions of cerebellum and basal ganglia the cerebello-cortical saccadic (ballistic) clock, the cerebello-nuclear hold regulator, and the basal ganglia ramp(...) generator. Kybernetik, 1971, 8, 157-162

Kornhuber, H.H., Blickmotorik. In: G. Baumgartner, H. Bornschein R. Hanitzsch, R. Jung, H.H. Kornhuber, I. Rentschler, H. Schober & U. Thoden (Hg.), Sehen, Sinnesphysiologie III. München: Urban & Schwarzenberg,1978

Kosslyn, S.M., Ball, T.M., Reiser, B.J., "Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of image scanning". Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1978, 4, 47-60

Kosslyn, S.M., Pinker, S., Smith, G.E. & Schwartz, S.P., On the demystification of mental imagery. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 535-581

Kosslyn, S.M. & Pomerantz, J.R., Imagery, propositions and the form of internal representations. Cognitive Psychology, 1977, 9, 52-76

Kristofferson, M.W., Types and frequency of errors in visual search. Perception and Psychophysics, 1972, 11, 325-328

Krueger, L., Search time in a redundant visual display. Journal of Experimental Psychology, 1970, 83, 391-399

Krueger, L.E. & Shapiro, R.G., Letter detection with rapid serial visual presentation: Evidence against word superiority at feature extraction. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1979, 5, 657-673

Kundel, H.L. & Nodine, C.F., Studies of eye movements and visual search in radiology, In: J.W. Senders, D.F. Fisher & R.A. Monty (Hg.), Eye Movements and the higher psychological functions. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Lackner, J.R. & Garrett, M.F., Resolving ambiguity effects of biasing context in the unattended ear. Cognition, 1973, 1, 359-374

Laming, D.R.J., Information theory and choice-reaction times. London: Academic Press, 1968

Lashley, K.S., Chow, K.L. & Semmes, J., An examination of the electrical field theory of cerebral integration. Psychological Review, 1951, 58, 123-136

Lawrence, D.H., Two studies of visual search for word targets with controlled rates of presentation. Perception and Psychophysics, 1971, 10, 85-89

Leckart, B.T. & Wagner, J.F., Stimulus familiarity, dogmatism, and the duration of attention. Perception and Psychophysics, 1967, 2, 268-270

Leeper, R., An experiment with ambiguous figures. Journal of Genetic Psychology, 1935, 46, 61-73

Lesêvre, N., Les mouvements oculaires d'exploration: étude electrooculographique comparée d'enfants normaux et d'enfants dyslexiques. Dissertation Paris 1964

Levine, M.D., A knowledged-based computer vision system. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Levy-Schoen, A., Flexible and/or rigid control of oculomotor scanning behavior. In: D.F. Fisher, R.A. Monty & J.W. Senders (Hg.), Cognition and visual perception. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1981

Levy-Schoen, A. & Rigaut-Renard, C., Prêperception ou activation motrice au cours du TR oculomoteur? In: J. Requin (Hg.), Fonctions anticipatrices du système nerveux et processus psychologique. Paris: Ed. C.N.R.S., 1980

Lison, E., Orthogonale Interferenz bei binärer Klassifikation mehrdimensionaler Reize (Untersuchungen zur Funktionsanalyse integraler und trennbarer Reizdimensionen in Filteraufgaben). Dissertation Bochum 1981

Lively, B.L. & Sanford, B.J., The use of category information in a memory search task. Journal of Experimental Psychology, 1972, 93, 379-385

Loftus, G.R., Eye fixations and recognition memory for pictures. Cognitive Psychology, 1972, 3, 525-551

Loftus, G.R., A frame work for a theory of picture recognition. In: R.A. Monty & J.W. Senders (Hg.), Eye movements and psychological processes. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1976

Loftus, G.R. & Bell, S.M., Two types of information in picture memory. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1975, 104, 103-113

Loftus, G.R. & Mackworth, N.H., Cognitive determinants of fixation location during picture viewing. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1978, 4, 565-572

Lovelance, E.A. & Snodgrass, R.D., Decision times for alphabetic order of letter pairs. Journal of Experimental Psychology, 1971, 88, 258-264

Luria, A.R., Speech development and the formation of mental processes. In: M. Cole & I. Maltzman (Hg.), A handbook of contemporary soviet psychology. New York: Basic Books, 1969

Luria, A.R., The working brain. London: Penguin, 1973

Luria, A.R., Pravdina-Vinarskaia, E.N. & Yarbus, A.L., Eye movement mechanisms in normal and pathological vision. Soviet Psychology and Psychiatry, später: Soviet Psychology, 1964, 2, 28-39

Luria, A.R., Karpov, B.A. & Yarbus, A.L., Disturbances of active visual perception. Cortex, 1966, 2, 202-212

Luria, S.M. & Strauss, M.S., Eye movements during search for coded and uncoded targets. Perception and Psychophysics, 1975, 17, 303-308

Mackworth, N.H., Visual noise causes tunnel vision. Psychonomic Science, 1965, 3, 67-68

Mackworth, N.H., Stimulus density limits the useful field of view. In R.A. Monty & J.W. Senders (Hg.), Eye movements and psychological processes. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1976

Mackworth, N.H. & Bruner, J.S., How adults and children search to recognize pictures. Human Development, 1970, 13, 149-177

Mackworth, N. & Morandi, A.J., The gaze selects informative details within pictures. Perception and Psychophysics, 1967, 2, 547-552

Mackworth, N.H., Grandstaff & Pribram, K.H., Orientation to pictorial novelty by speech-disordered children. Neurophsychologia, 1973, 11, 443-450

Marcel, T., Forrin, B., Naming Latency and the repetition of stimulus categories. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 450-460

Marks, D.F., Relative judgment: A phenomenon and a theory. Perception and Psychophysics, 1972, 11, 156-160

Marr, D., Early processing of visual information. A.I. Memo 340, M.I.T., Cambridge, Mass., 1975

Marr, D., Representing visual information - a computational approach. In: A.R. Hanson & E.R. Riseman (Hg.), Computer Vision Systems. New York: Academic Press, 1978

Martin, M., Local and global processing: The role of sparsity. Memory and Cognition, 1979, 7, 476-484(a)

Martin, M., Hemispheric specialization for local and global processing. Neuropsychologia, 1979, 17, 33-40(b)

McCauley, C., Weil, C.M. & Sperber, R.D., The development of memory structure as reflected by semantic-priming effects. Journal of Experimental Child Psychology, 1976, 22, 511-518

Metzger, W., Gesetze des Sehens. Frankfurt: Kramer, 2. Aufl., 1953

Metzger, W., Psychologie. Darmstadt: Steinkopf, 2. Aufl., 1954, 3. Aufl., 1963, 5. Aufl., 1975

Meyer, D.E., Schvaneveldt, R.W. & Rudy, M.G., Loci of contextual effects on visual word recognition. In: P.M.A. Rabbitt & S. Dornic (Hg.), Attention and Performance V., New York & London: Academic Press, 1975

Meyers, L.S. & Rhoades, R.W., Visual search of common scenes. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1978, 30, 297-310

Minsky, M., A framework for representing knowledge. In: P.H. Winston (Hg.), The psychology of computer vision. New York: Mc Graw-Hill, 1975

Mitriani, L., Yakimoff, N. & Mateef, S., Dependence of visual suppression on the angular size of voluntary saccadic eye movements. Vision Research, 1970, 10, 411-415

Morton, J., The effects of context on the visual duration threshold for words. British Journal of Experimental Psychology, 1964, 55, 165-180

Morton, J.A., A functional model for memory in: D.A. Norman (Hg.), Models of human memory. New York: Academic Press, 1970

Moyer, R.S., Comparing objects in memory: Evidence suggesting an internal psychophysics. Perception and Psychophysics, 1973, 13, 180-184

Moyer, R.S. & Landauer, T.K., Time required for judgments of numerical inequality. Nature, 1967, 215, 1519-1520

Moyer, R.S. & Bayer, R.H., Mental comparisons and the symbolic distance effect. Cognitive Psychology, 1976, 8, 228-246

Müller, G.E., Komplextheorie und Gestalttheorie. Ein Beitrag zur Wahrnehmungspsychologie. Göttingen: Vanderhoeck & Ruprecht, 1923

Neely, J.H., Semantic priming and the retrieval from lexical memory: roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. Journal of Experimental Psychology, 1977, 106, 226-254

Neisser, U., Decision-time without reaction-time: Experiments in visual scanning. American Journal of Psychology, 1963, 76, 376-386

Neisser, U., Cognitive psychology. New York: Appleton-Century-Crofts, 1967

Neisser, U., Cognition and reality. Freeman and Company, San Francisco, 1976

Neisser, U., Images, models, and human nature. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 561

Neisser, U. & Beller, H.K., Searching through word lists. British Journal of Psychology, 1965, 56, 349-358

Neisser, U., Novick, R. & Lazar, R., Searching for ten targets simultaneously. Perceptual and Motor Skills, 1963, 17, 955-961

Neisser, U. & Stoper, H., Redirecting the search process. British Journal of Psychology, 1965, 56, 359-368

Nelson, W.W. & Loftus, G.R., The functional visual field during picture viewing. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1980, 6, 391-399

Neumann, O., Eine Umkehrung des "Semantischen Gradienten" beim Benennen von Stroop-Reizen. Erweiterte Fassung eines Referates auf der 19. Tagung experimentell arbeitender Psychologen, Konstanz, 28. - 30. März 1977(a)

Neumann, O., Steuerung der Informationsselektion durch visuelle und 'semantische' Reizmerkmale. Berichte des Psychologischen Institutes der Ruhr-Universität Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, Nr. 2/1977(b)

Neumann, O., Informationsselektion und Handlungssteuerung: Untersuchungen zur Funktionsgrundlage des Stroop-Interferenzphänomens. Dissertation Bochum, 1980

Nieraad, J., Abbildtheorie, in: J. Ritter (Hg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 1: A-C, Basel: Schwabe, 1971

Nodine, C.F., Carmody, D.P. & Kundel, H.L., Searching for Nina. In: J.W. Senders, D.F. Fisher & R.A. Monty (Hg.), Eye Movements and the higher psychological functions. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Norman, D.A. & Rumelhart, D.E. (Hg.), Explorations in cognition. San Francisco: W.H. Freeman, 1975

Noton, D. & Stark. L., Scanpaths in eye movements during pattern perception. Science, 1971, 171, 308-311

Navon, D., Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. Cognitive Psychology, 1977, 9, 353-383

Navon, D., Do attention and decision follow perception? Comment on Miller. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1981, 7, 1175-1182

O'Bryan, K.G. & Boersma, F.J.,Eye movements, perceptual activity and conservation. Journal of Experimental Child Psychology, 1971, 12, 157-169

Pachella, R.G., The interpretation of reaction time in information-processing research. In: Kantowitz (Hg.), Human information processing, New York: John Wiley & Sohns, 1974

Paivio, A., Perceptual comparison through the mind's eye. Memory and Cognition, 1975, 3, 635-647

Paivio, A. & Begg, J., Pictures and words in visual search. Memory and Cognition, 1974, 2, 515-521

Paivio, A. & Begg, I., Imagery and comprehension latencies as a function of sentence concreteness and structure. Perception and Psychophysics, 1971, 10, 408-412

Palmer, S.E. The effects of contextual scenes on the identification of objects. Memory and Cognition, 1975, 3, 519-526(a)

Palmer, S.E., Visual perception and world knowledge: Notes on a model of sensory-cognitive interaction. In: D.A. Norman, D.E. Rumelhart & LNR Research Group (Hg.), Explorations in Cognition. San Francisco: W.H. Freeman, 1975(b)

Parker, R.E., Picture processing during recognition. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1978, 4, 284-293

Parkman, J.M., Temporal aspects of digit and letter inequality judgments. Journal of Experimental Psychology, 1971, 91, 191-205

Petersik, J.T., A physiological and psychophysical interpretation of the processing of geometrical dimensions in a binary classification task: Comments on Keuss (1977). Perception and Psychophysics, 1977, 22, 511-515

Piaget, J., The origins of intelligence in children. New York: International University Press, 1952

Piaget, J., The mechanisms of perception. London: Routledge and Paul Kegan, 1969

Piaget, J. & Vinh-Bang, Comparaisons des mouvements oculaires et des centrations du regard chez l'enfant et chez l'adulte. Arch. de Psychol., 1961a, 38, 167-200

Piaget, J. & Vinh-Bang, L'enregistrement des mouvements oculaires en jeu chez l'adulte dans la comparaison de verticales, horizontales ou obliques et dans les perceptions de la figure en équerre. Arch. de Psycholog., 1961b, 38, 89-141

Pollack, I. & Spence, D., Subjective pictorial information and visual search. Perception and Psychophysics, 1968, 3, 41-44

Pomerantz, J.R. & Kubovy, M., Perceptual organization: An overview. In: M. Kubovy & J.R. Pomerantz (Hg.), Perceptual organization. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1981

Pomerantz, J.R., Sager, L.C. & Stoever, R.J., Perception of wholes and of their component parts: Some configural superiority effects. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1977, 3, 422-435

Posner, M.J., Chronometric explorations of mind. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1978

Posner, M.I. & Mitchell, R.F., Chronometric analysis of classification. Psychological Review, 1967, 74, 392-409

Posner, M.I., Nissen, M.J. & Ogden, W.C., Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In: H.L. Pick & I.J. Saltzman (Hg.), Modes of perceiving and processing information. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978 (zitiert nach Posner 1978)

Posner, M.I. & Snyder, C.R.R., Attention and cognitive control. In: R.L. Solso (Hg.), Information processing and cognition: The Loyala Symposium. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1975

Potter, M.C., Meaning in visual search. Science, 1975, 187, 965-966

Potter, M.C., Short-term conceptual memory for pictures. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 1976, 2, 509-522

Pribram, K.H., The limbic systems, efferent control of neural inhibition and behavior. In: W.R. Adey & T. Tokizane, Progress in brain research. Amsterdam: Elsevier Publishing Company,1967

Pribram, K.H., Some comments on the nature of the perceived universe. In: R. Shaw & J. Bransford (Hg.), Perceiving, acting and knowing.Towards an ecological psychology. N.J. Hillsdale: Larence Erlbaum, 1977

Prinz, W., Reaktionszeitfraktionierung durch Varianzanalyse? Archiv für Psychologie, 1972, 124, 240-252

Prinz, W., Development of context control in a visual search taste. Paper presented at the 1st Scandinavian Symposium on Attention and Performance, Uppsala, 1976

Prinz, W., Memory control of visual search. In: S. Dornič (Hg.), Attention and Performance VI, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977

Prinz, W., Kontrollbereiche beim visuellen Suchen. In: P. Wolff & M. Tücke (Hg.), Bericht über die 3. Osnabrücker Arbeitstagung Psychologie. Niederhaverbeck 1979. Psychologische Forschungsberichte aus dem Fachbereich 3 der Universität Osnabrück, Nr. 16, 1979

Prinz, W., Integration of information in visual search. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1979, 31, 387-304(b)

Prinz, W. & Kehrer, L., Recording detection distances in continuous visual search. Paper presented at the XXIInd International Congress of Psychology, Leipzig, GDR, July 6-12, 1980

Prinz, W. & Rübenstrunk, G., Suchen als Thema der Experimentalpsychologie: Zur Steuerung visueller Suchprozesse. Psychologische Rundschau, 1979, 30, 198-218

Prinz, W., Tweer, R. & Feige, R., Context control of search behavior: Evidence from a "Hurdling"-technique. Acta Psychologica, 1974, 38, 73-80

Purkinje, J., Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne. Berlin: Reiner, 1825

Pylyshyn, Z.W., What the mind's eye tells the mind's brain: A critique of mental imagery. Psychological Bulletin, 1973, 80, 1-24

Pylyshyn, Z.W., Psychological explanations and knowledge-dependant processes. Cognition, 1981, 10, 267-274

Quillian, M.R., The Teachable Language Comprehender: A simulation program and theory of language. Communications of the ACM, 1969, 12, 459-476 (zitiert nach Collins & Loftus 1975)

Rabbitt, P.M.A., Response facilitation on repetition of a limbmovement. British Journal of Psychology, 1965, 56, 303-304

Rabbitt, P.M.A., Repetition effects and signal classification strategies in serial choice- response tasks. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1968, 20, 232-240

Rabbitt, P.M.A., Sorting, categorization, and visual search. In: E.C. Carterette & M.P. Friedman (Hg.), Handbook of Perception. Band 9, New York etc.: Academic Press, 1978

Rabbitt, P.M.A., Cumming, G. & Vyas, S., An analysis of visual search: Entropy and sequential effects. In S. Dornič (Hg.), Attention and Performance VI, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977

Rabbitt, P.M.A. & Vyas, S., What is repeated in the "repetition effect"? In: S. Kornblum (Hg.), Attention and Performance IV, 327-342, New York: Academic Press, 1973

Rabbitt, P.M.A. & Vyas, S.M., Interference between binary classification judgments and some repetition effects in a serial choice reaction time task. Journal of Experimental Psychology, 1974, 103, 1181-1190

Rayner, K., The perceptual span and peripheral cues in reading. Cognitive Psychology, 1975, 7, 65-81

Reddy, R., Pragmatic aspects of machine vision. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Reicher, G.M., Perceptual recognition as a function of the meaningfulness of the material. Journal of Experimental Psychology, 1969, 81, 275-280

Reicher, G.M., Snyder, Ch.R., Richards, J.F., Familiarity of background characters in visual scanning. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1976, 2, 522-530

Reinert, G., Zwei Komponenten des Wahrscheinlichkeitseffektes im klassischen Wahlreaktionszeitexperiment. Unveröffentl. Diplom-Arbeit, Bochum, 1976

Reinert, G., Visuelles Suchen in Strichzeichnungen unterschiedlicher Organisation bei Variation der situativen Nähe der Suchobjekte. Berichte des Psychologischen Institutes der Ruhr-Universität Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, Nr. 13/1980(a)

Reinert, G., Der Einfluß eines situativ fernen Kontextgegenstandes auf die Suche. Berichte des Psychologischen Institutes der Ruhr-Universität Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, Nr. 14/1980(b)

Reinert, G., Begrenzung des relevanten Suchfeldes bei der Suche in komplexen Szenen. Berichte des Psychologischen Institutes der Ruhr-Universität Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, Nr. 16/1981(a)

Reinert, G., Visuelle Suche in Szenen unterschiedlicher Objekt- und Merkmalsdichte. Berichte aus der Arbeitseinheit Kognitionspsychologie der Ruhr-Universität Bochum, Bericht Nr. 20/1981(b)

Reinert, G., Mnemotechnik. In: J. Ritter & K. Gründer (Hg.), Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 5:L-Mn, 1446-1448, Basel: Schwabe, 1980(c)

Remington, R.J., Analysis of sequential effects in choice reaction times. Journal of Experimental Psychology, 1969, 82, 250-257

Remington, R.J., Analysis of sequential effects for a four-choice reaction time experiment. Journal of Psychology, 1971, 77, 17-27

Richman, Ch.L., Mitchell, D.B. & Reznick, J.S., Mental travel: some reservations. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1979, 5, 13-18

Riggs, L.A., Visual acuity. In: C.H. Graham (Hg.), Vision and visual perception. New York, Wiley, 1965

Rips, L.J., Shoben, E.J. & Smith, E.E., Semantic distance and the verification of semantic relations. Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 1973, 12, 1-20

Rosch, E., Cognitive representations of semantic categories. Journal of Experimental Psychology: General, 1975, 104, 192-233

Rubin, E., Visuell wahrgenommene Figuren. Kopenhagen: Glydendalske, 1921

Rumelhart, D.E., Toward an interactive model of reading. In: P.M.A. Rabbitt & S. Dornic (Hg.), Attention and Performance VI. London: Academic Press, 1977

Rumelhart, D.E., Schemata: The building blocks of cognition. In: R.J. Spiro, B.C. Bruce & W.F. Brewer (Hg.), Theoretical issues in reading comprehension.N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1980

Saida, S. & Ikeda, M., Useful visual field size for pattern perception. Perception & Psychophysics, 1979, 25, 119-125

Salthouse, T.A. & Ellis, C.L., Determinants of eye fixation duration. American Journal of Psychology, 1980, 93, 207-235

Salthouse, T.A., Ellis, C.L., Diener, D.C. & Somberg, B.L., Stimulus processing during eye fixations. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1981, 7, 611-623

Sanders, A.F., Some aspects of reaction processes. Acta Psychologica, 1967, 27, 115-130

Sanders, A.F., Some variables affecting the relation between relative stimulus frequency and choice reaction time. Acta Psychologica, 1970, 33, 45-55

Sasaki, E.H. The influence of number and type of targets upon rapid scanning of word lists. Dissertation Stanford 1970 (zitiert nach Rabbitt 1978)

Schaeffer, B. & Wallace, R., The comparison of word meanings. Journal of Experimental Psychology, 1970, 86, 144-152

Scheerer, E., Simultane und sukzessive Informationsverarbeitung bei der Identifikation visueller Reizmuster. Dissertation Bochum,1970

Scheerer, E., Probleme der Modellierung kognitiver Prozesse: Von der Funktionsanalyse zur genetischen Analyse. Berichte des Psychologischen Institutes der Ruhr-Universiät Bochum, Arbeitseinheit Kognitionspsychologie, Nr. 4/1978(a)

Scheerer, E., Expansion of the functional visual field and context skipping in a continuous search task. Psychological Research, 1978, 40, 113-126(b)

Schendel, J.D. & Shaw, P.A., A test of the generality of the word superiority effect. Perception and Psychophysics, 1976, 19, 383-392

Schiller, P.H., Some functional characteristics of the superior colliculus of the Rhesus monkey. Bibl. Ophtal. (Basel), 1972, 82, 122-129

Schmidt, R., On the spread of semantic excitation. Psychology Research, 1976, 38, 333-353

Schneider, W. & Shiffrin, R.M., Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. Psychology Review, 1977, 84, 1-66

Schneider, B., Der Einfluß der kategorialen Beziehung zwischen Target und zentralem Kontextgegenstand auf die visuelle Suche. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Ruhr-Universität Bochum, 1981

Schuberth, R.E. & Eimas, P.D., Effects of context on the classification of words and non words. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1977, 3, 27-36

Schulz, Th., Das ikonische Gedächtnis - oder: Vom schlecht zugänglichen visuellen Speicher und dem langandauernden Ikon. (Teil 1: Visuelle Elementarmerkmale). Berichte aus der Arbeitseinheit Kognitionspsychologie der Ruhr-Universität Bochum, Bericht Nr. 17/1981

Selfridge, O.G., Pandemonium: A paradigm for learning. In: The mechanisation of thought processes. London: Stationery Office, 1959

Shannon, C.E. & Weaver, W., The mathematical theory of communication. Urbana: University of Illinois Press, 1949

Shanon, B., The image-like and the language-like. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 566-567

Shapiro, F., Information extraction and filtering during perceptual learning in visual search. Unpublished doctoral dissertation, Cornell University, 1970

Shiffrin, R.M., McKay, D.P. & Shaffer, W.O., Attention to forty-nine spatial positions at once. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 1976, 2, 14-22

Shiffrin, R.M. & Schneider, W., Toward a unitary model for selective attention. Memory, Scanning, and visual search. In: S. Dornic (Hg.), Attention and Performance VI., N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977

Shipley, W.C., Coffin, J.I. & Hadsell, K.C., Affective distance and other factors determining reaction time in judgments of color preference. Journal of Experimental Psychology, 1945, 35, 206-215

Shipley, W.C., Morris, E.D. & Roberts, M.L., The effect of changed polarity of set on decision time of affective judgments. Journal of Experimental Psychology, 1946, 36, 237-243

Shirai, Y., Recognition of real-world objects using edge cue. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Sperling, G., The information available in brief visual presentations. Psychological Monographs, 1960, 74, No. 11

Smith, E.E., Choice reaction time: An analysis of the major theoretical positions. Psychological Bulletin, 1968, 69, 77-110

Smith, E.E., Balzano, G.J. & Walker, J., Nominal, perceptual and semantic codes in picture categorization. In: J.W. Cotton & R.L. Klatzky (Hg.), Semantic factors in cognition, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Smith, E.E., Chase, W.G. & Smith, P.G., Stimulus and response repetition effects in retrieval from short-term memory: trace decay and memory search. Journal of Experimental Psychology, 1973, 98, 413-422

Smith, S.L., Color coding and visual search. Journal of Experimental Psychology, 1962, 64, 434-440

Stark, L. & Ellis, S.R., Scan path revisited: Cognitive models direct active looking. In: D.F. Fisher, R.A. Monty & J.W. Senders (Hg.), Eye movements: Cognition and visual perception. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1981

Sternberg, R.J., Intelligence, information processing, and analogical reasoning. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1977

Sternberg, S., The discovery of processing stages: Extensions of Donder's method. Acta Psychologica, 1969, 30, 176-315

Sternberg, S., Memory scanning: New findings and current controversies. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1975, 27, 1-32

Stoffer, Th., Wahrnehmung und Repräsentation musikalischer Strukturen. Funktionale und strukturelle Aspekte eines kognitiven Modells des Musikhörens. Dissertation Bochum 1981

Tanimoto, S.L., Regular hierarchical image and processing structures in machine vision. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Taylor, D.A., Stage analysis of reaction time. Psychological Bulletin, 1976, 83, 161-191

Tilgner, R.D. & Hauske, G., Untersuchungen zur Rotationsinvarianz bei der Erkennung von Buchstaben. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie, 1980, 27, 147-162

Topper, D.R., Further reflections on J.J. Gibson's hypothesis of picture perception. Leonardo, 1979, 12, 135-136

Townsend, J.T., Some results concerning the identifiability of parallel and serial processes. British Journal of Mathematical and Statistical Psychology, 1972, 25, 168-199

Treisman, A.M., Contextual cues in selective listening. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1960, 12, 242-248

Trevarthen, C.B., Functional interactions between cerebral hemispheres of the split-brain monkey. In: G. Ettlinger (Hg.), Functions of the corpus callosum. Boston: Little, Brown and Company, 1965

Trevarthen, C., Modes of preceiving and modes of acting. In: H.L. Pick & E. Saltzman (Hg.), Modes of perceiving and processing information. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Trincker, D., Animalische Physiologie III. Taschenbuch der Physiologie Band III/2. Stuttgart: G. Fischer, 1977

Tulving, E., Episodic and semantic memory. In: E. Tulving and W. Donaldson (Hg.), Organization of memory. New York: Academic Press, 1972

Tulving, E. & Gold, C., Stimulus information and contextual information as determinants of tachistoscopic recognition of words. Journal of Experimental Psychology, 1963, 66, 319-327

Turvey, M.T., Contrasting orientations to the theory of visual information processing. Psychological Review, 1977, 84, 67-88

Turvey, M. & Shaw, R., The primacy of perceiving: An ecological reformulation of perception for understanding memory. In: L.-G. Nilsson (Hg.), Perspectives on memory research. Essays in honor of Uppsala University's 500th birthday. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1979

Turvey, M., Shaw, R.E. & Mace, W., Issues in the theory of action: Degrees of freedom, coordinative structures, and coalitions. In: J. Requin (Hg.), Attention and Performance VII, N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1978

Turvey, M.T., Shaw, R.E., Reed, E.S. & Mace, W.M., Ecological laws of perceiving and acting: In reply to Fodor & Pylyshyn (1981). Cognition, 1981, 9, 237-304

Tyler, H.R., Disorders of visual scanning with frontal lobe lesions. In: S. Locke (Hg.), Modern neurology. Boston: Little, Brown and Company, 1969

Uhr, L., "Recognition cones", and some test results; the imminent arrival of well-structured parallel-serial computers; positions, and positions on positions. In: A. R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Ullman, S., Against direct perception. The Behavioral and Brain Sciences, 1980, 3, 373-415

Uttal, W.R., An Autocorrelation theory of form perception. N.J. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1975

Vekker, L.M., Psychische Prozesse. Leningrad: Universitätsverlag, Band I 1974, Band II 1976, Band III 1981

Vogt, I., Zur Psychologie der Ähnlichkeit. Meisenheim/Glan: Hain, 1972

Vurpillot, E., The development of scanning strategies and their relation to visual differentiation. Journal of Experimental Child Psychology, 1968, 6, 632-650

Vurpillot, E., The visual world of the child. London: Allen & Unwin, 1976

Vurpillot, E., Ruel, J. & Castrec, A., L'organisation perceptive chez le nourrisson: Reponse au tout ou a ses éléments. Bulletin de Psychologie, 1977, 30, 396-405 (zitiert nach Kinchla & Wolfe 1979)

Wallis, C.R. & Audley, R.J., Response instructions and the speed of relative judgments, II. Pitch discrimination. British Journal of Psychology, 1964, 55, 121-132

Waltz, D.L., On the function of mental imagery. The Behavioral and Brain Sciences, 1979, 2, 569-570

Warnock, J.E., A hidden-surface algorithm for computer-generated half-tone pictures. TR4-15, Computer Science Department, University of Utah, 1969

Weisstein, N. & Harris, C., Visual detection of line segments: An object superiority effect. Science, 1974, 186, 752-755

Weisstein, N. & Maguire, W., Computing the next step: Psychophysical measures of representation and interpretation. In: A.R. Hanson & E.M. Riseman (Hg.), Computer vision systems. New York: Academic Press, 1978

Wertheimer, W., Gestalt theory. Social Research, 1944, 11, 78-99

Wheeler, D.D., Processes in word recognition. Cognitive Psychology, 1970, 1, 59-85

Widdel, H., A method of measuring the visual lobe area. Paper presented at the Conference of the European Group for Eye Movement Research. Bern, Switzerland, September 1981

Williams, L.G., The effect of target specification on objects fixated during visual search. Perception and Psychophysics, 1966, 1, 315-318

Williams, L.G., Studies of extrafoveal discrimination and detection. In: J.R. Bloomfield (Hg.), Visual search. Symposium conducted at the spring meeting, 1970; National academy of sciences, Washington, D.C., 1973

Williams, M.C. & Weisstein, N., Spatial frequency response and perceived depth in the time-course of object superiority. Vision Research, 1981, 21, 631-647

Wilton, R.N., Knowledge of spatial relations: The specification of the information used in making inferences. Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1979, 31, 133-146

Wilton, K.M. & Boersma, F.J., Eye movements, surprise reactions and cognitive development. Rotterdam: Rotterdam University Press, 1974

Witte, W., Experimentelle Untersuchungen von Bezugssystemen: 1. Struktur, Dynamik und Genese von Bezugssystemen. Psychologische Beiträge, 1960, 4, 218-252

Wolff , P., Entnahme der Identitäts- und Positionsinformation bei der Identifikation tachistoskopischer Buchstabenzeilen. Dissertation Bochum 1977

Wolff, P., Oberlegungen zur experimentellen Leseforschung; Beziehungen zwischen der Verarbeitung langfristiger und tachistoskopischer verbaler Reize. In: M. Tücke & W. Deffner (Hg.), Berichte über die zweite Osnabrücker Arbeitstagung, Psychologie, 1978

Wormersley, M.A., Contextual effect in feature detection with application of signal detection methodology. Perception and Psychophysics, 1977, 21, 88-92

Yarbus, A.L., Eye movements and vision. New York: Plenum Press, 1967

Yates, E.A., The art of memory. London: Routledge & Paul Kegan, 1966

Zinchenko, V.P., Chzhi-tsin, V. & Tarakanov, V.V., The formation and development of perceptual activity. Soviet Psychology and Psychiatry, 1963, 1, 3-12

ANHANG

Teil I: Abbildungen, Tabellen und Zusatzanalysen

Tab. I: 4-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 31 und 32 dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = Experiment 2/Experiment 4
2 = situative Nähe/situative Ferne des Suchobjektes
3 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes
4 = hohe Objektdichte/geringe Objektdichte

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	P
MAIN EFFECTS	62.818	4	15.705	28.221	0.000
1	4.296	1	4.296	7.721	0.007
2	1.431	1	1.431	2.572	0.114
3	53.237	1	53.237	95.666	0.0
4	3.854	1	3.854	6.926	0.011
2-WAY INTERACTIONS	15.076	6	2.513	4.515	0.001
1 2	1.812	1	1.812	3.256	0.076
1 3	0.924	1	0.924	1.661	0.202
1 4	0.071	1	0.071	0.127	0.723
2 3	12.106	1	12.106	21.755	0.000
2 4	0.123	1	0.123	0.221	0.640
3 4	0.040	1	0.040	0.071	0.790
3-WAY INTERACTIONS	0.602	4	0.150	0.270	0.896
1 2 3	0.001	1	0.001	0.002	0.969
1 2 4	0.000	1	0.000	0.000	0.990
1 3 4	0.050	1	0.050	0.090	0.765
2 3 4	0.551	1	0.551	0.990	0.323
4-WAY INTERACTIONS	0.001	1	0.001	0.001	0.974
1 2 3 4	0.001	1	0.001	0.001	0.974

Tab. II: 3-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 31 dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = situative Nähe/situative Ferne
2 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes
3 = hohe Objektdichte/geringe Objektdichte
Daten von 19 Vpn aus Experiment 4.

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	P
MAIN EFFECTS	38.768	3	12.923	21.909	0.000
1	3.232	1	3.232	5.479	0.026
2	34.096	1	34.096	57.807	0.000
3	1.440	1	1.440	2.442	0.128
2-WAY INTERACTIONS	6.017	3	2.006	3.401	0.029
1 2	5.952	1	5.952	10.092	0.003
1 3	0.065	1	0.065	0.110	0.742
2 3	0.000	1	0.000	0.001	0.982
3-WAY INTERACTIONS	0.258	1	0.258	0.437	0.513
1 2 3	0.258	1	0.258	0.437	0.513

Tab. III: 3-faktorielle Varianzanalyse für die in Abb. 32 dargestellten Reaktionszeitergebnisse. Es bedeuten:
1 = situative Nähe/situative Ferne
2 = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchobjektes
3 = hohe Objektdichte/geringe Objektdichte
Daten von 19 Vpn aus Experiment 2

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	P
MAIN EFFECTS	22.561	3	7.520	14.375	0.000
1	0.011	1	0.011	0.021	0.884
2	20.065	1	20.065	38.355	0.000
3	2.485	1	2.485	4.750	0.037
2-WAY INTERACTIONS	6.302	3	2.101	4.016	0.016
1 2	6.155	1	6.155	11.765	0.002
1 3	0.059	1	0.059	0.112	0.740
2 3	0.089	1	0.089	0.171	0.682
3-WAY INTERACTIONS	0.294	1	0.294	0.562	0.459
1 2 3	0.294	1	0.294	0.562	0.459

Tab. IV: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4a(A) (vgl. Reaktionszeitergebnisse in Abb.34). Es bedeuten:
V = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes
S = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes
K = mit/ohne fernen Kontextgegenstand
Daten von 10 Vpn.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	2839154.10285	1	2839154.10285	160.54	.0000
ERROR	159169.41021	9	17685.49002		
K	11468.45778	1	11468.45778	8.87	.0155
ERROR	11640.79238	9	1293.42138		
S	10033.18410	1	10033.18410	10.43	.0103
ERROR	8659.49481	9	962.05498		
KS	2160.60078	1	2160.60078	1.63	.2339
ERROR	11940.94663	9	1326.77185		
V	88994.47578	1	88994.47578	61.20	.0000
ERROR	13085.66063	9	1454.07340		
KV	3958.03180	1	3958.03180	4.40	.0653
ERROR	8093.21001	9	899.24556		
SV	1224.22128	1	1224.22128	.70	.4254
ERROR	15807.71988	9	1756.63554		
KSV	4235.65065	1	4235.65065	6.45	.0317
ERROR	5909.88951	9	656.65439		

Tab. V: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 2(A) für die in Abbildung 33 dargestellten Reaktionszeiten. Es bedeuten:
S = situative Nähe/Ferne
K = organisierte/unorganisierte Szenen
V = Ja-/Nein-Reaktionen
Daten von 10 Vpn.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	3430984.28450	1	3430984.28450	965.19	.0000
ERROR	31992.47903	9	3554.71989		
K	6308.35200	1	6308.35200	6.21	.0343
ERROR	9146.01332	9	1016.22370		
S	3418.06658	1	3418.06658	2.97	.1189
ERROR	10356.16655	9	1150.68517		
KS	4131.66258	1	4131.66258	4.68	.0587
ERROR	7943.16734	9	882.57415		
V	164508.03272	1	164508.03272	70.12	.0000
ERROR	21113.54776	9	2345.94975		
KV	.09522	1	.09522	.00	.9948
ERROR	18763.07706	9	2084.78634		
SV	12564.08192	1	12564.08192	10.32	.0106
ERROR	10958.02426	9	1217.55825		
KSV	10613.14592	1	10613.14592	4.99	.0525
ERROR	19159.44706	9	2128.82745		

Tab. VI: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 2(A) für die in Abb. 35 dargestellte Gesamtstrecke. Es bedeuten:
S = situative Nähe/Ferne
K = organisierte/unorganisierte Szenen
V = Ja-/Nein-Reaktionen

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	187515.16824	1	187515.16824	560.62	.0000
ERROR	3010.29646	9	334.47738		
K	1532.82541	1	1532.82541	14.19	.0044
ERROR	971.94164	9	107.99352		
S	1065.36205	1	1065.36205	12.42	.0065
ERROR	772.01516	9	85.77946		
KS	623.73281	1	623.73281	15.21	.0036
ERROR	369.10425	9	41.01158		
V	12297.82418	1	12297.82418	142.66	.0000
ERROR	775.74037	9	86.19337		
KV	15.20768	1	15.20768	.22	.6506
ERROR	623.56062	9	69.26451		
SV	450.68018	1	450.68018	4.44	.0644
ERROR	914.06937	9	101.56326		
KSV	220.71368	1	220.71368	3.12	.1112
ERROR	636.85212	9	70.76135		

Tab. VII: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 2(A) für die in Abb.38 dargestellte Zahl der Fixationen. Es bedeuten:
S = situative Nähe/Ferne
K = organisierte/unorganisierte Szenen
V = Ja-/Nein-Reaktionen.
Daten von 10 Vpn.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	2291.51232	1	2291.51232	843.21	.0000
ERROR	24.46833	9	2.71870		
K	1.37813	1	1.37813	2.50	.1485
ERROR	9.96563	9	.55174		
S	12.13682	1	12.13682	28.73	.0005
ERROR	3.80133	9	.42238		
KS	9.77813	1	9.77813	26.31	.0006
ERROR	3.00313	9	.33368		
V	99.05344	1	99.05344	33.78	.0003
ERROR	26.37331	9	2.93037		
KV	.05000	1	.05000	.08	.7845
ERROR	5.95000	9	.66111		
SV	1.16645	1	1.16645	1.20	.3021
ERROR	8.75301	9	.97367		
KSV	9.11250	1	9.11250	21.44	.0012
ERROR	3.82500	9	.42500		

Tab. VIII: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4a(A) (vgl. Gesamtstrecke in Abb. 39). Es bedeuten:
V = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes
S = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes
K = mit/ohne fernen Kontextgegenstand
Daten von 10 Vpn.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	194752.87440	1	194752.87440	92.79	.0000
ERROR	18889.53702	9	2098.83745		
K	144.39938	1	144.39938	.48	.5059
ERROR	2706.81955	9	300.75773		
S	1305.56641	1	1305.56641	11.22	.0085
ERROR	1046.92127	9	116.32459		
KS	13.18688	1	13.18688	.57	.4678
ERROR	206.57080	9	22.95231		
V	8172.52020	1	8172.52020	33.90	.0003
ERROR	2169.56122	9	241.06236		
KV	324.33458	1	324.33458	1.91	.2003
ERROR	1528.46435	9	169.82937		
SV	123.55421	1	123.55421	.79	.3964
ERROR	1402.43597	9	155.82622		
KSV	125.20008	1	125.20008	1.31	.2823
ERROR	861.68010	9	95.74223		

Tab. IX: 3-faktorielle Varianzanalyse von Experiment 4a(A) (vgl. Zahl der Fixationen in Abb. 41). Es bedeuten:
V = Vorhandensein/Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes
S = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes
K = mit/ohne fernen Kontextgegenstand
Daten von 10 Vpn.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	2212.56648	1	2212.56648	228.19	0.0
ERROR	87.26557	9	9.69617		
K	4.33380	1	4.33380	2.15	0.177
ERROR	18.14450	9	2.01606		
S	3.92493	1	3.92493	4.80	0.056
ERROR	7.36207	9	0.81801		
KS	1.34680	1	1.34680	1.18	0.306
ERROR	10.28150	9	1.14239		
V	38.11561	1	38.11561	20.65	0.001
ERROR	16.60019	9	1.84447		
KV	0.00018	1	0.00018	0.0	0.988
ERROR	7.35437	9	0.81715		
SV	3.95161	1	3.95161	2.59	0.142
ERROR	13.74719	9	1.52769		
KSV	0.00868	1	0.00868	0.01	0.921
ERROR	8.31487	9	0.92387		

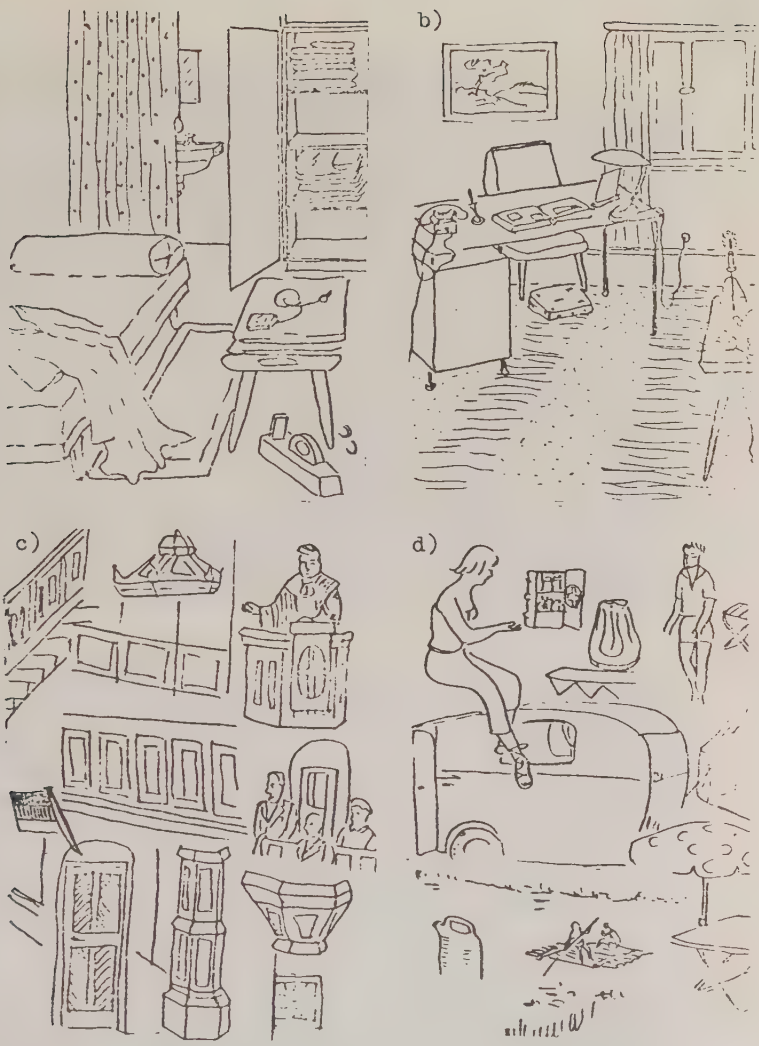


Abb. I: Vier Bildbeispiele für das Reizmaterial von Experiment 1 und Experiment 2. a) organisierte Szene, situativ ferner (nicht in die Szene hineinpassender) Suchgegenstand (hier: Hobel). b) organisierte Szene, situativ naher Suchgegenstand (z.B. Telephon). c) unorganisierte Szene, situativ ferner Suchgegenstand (Fahne). d) unorganisierte Szene, situativ naher Suchgegenstand (Rucksack). Das gleiche Reizmaterial fand auch in den Experimenten 2(A), 2(U) und 1(K) Verwendung.

Abb. II: Vier Bildbeispiele für das Reizmaterial, das in den Experimenten 3, 4a, 4b und 4c verwendet wurde. a) Szene ohne situativ fernen Kontextgegenstand; situativ naher Suchgegenstand (Fernsehgerät). b) Szene mit situativ fernem Kontextgegenstand; situativ naher Suchgegenstand (Kaffeemühle)

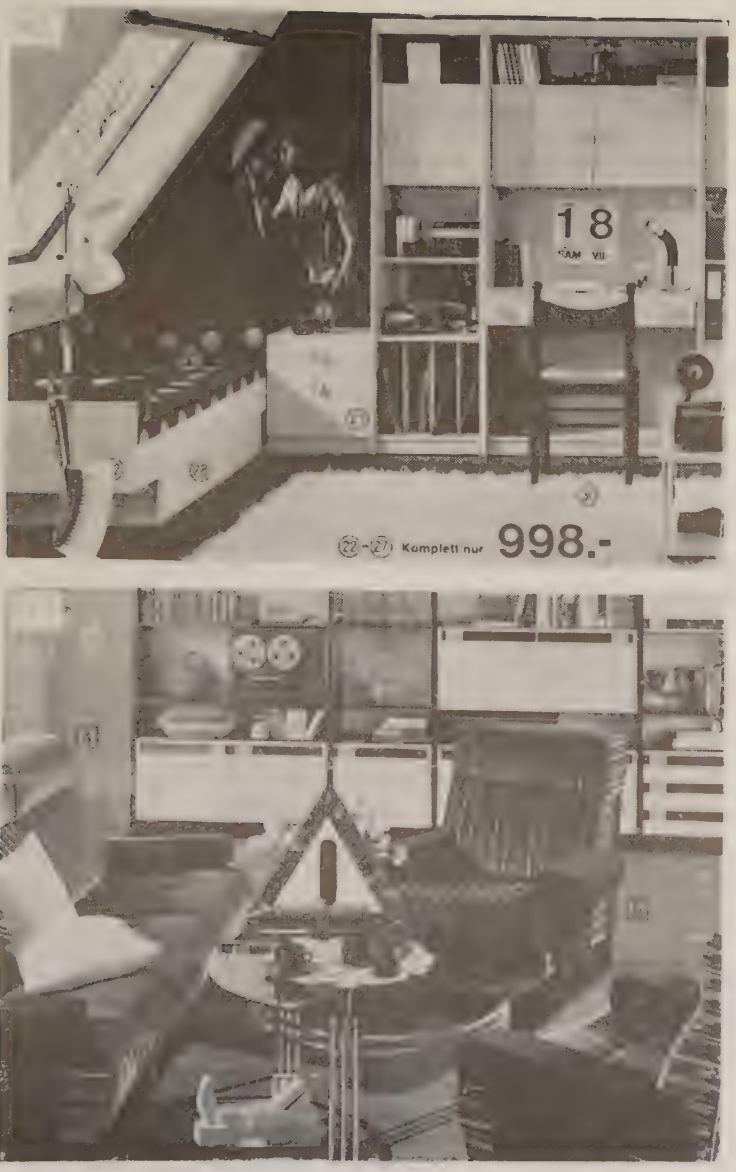
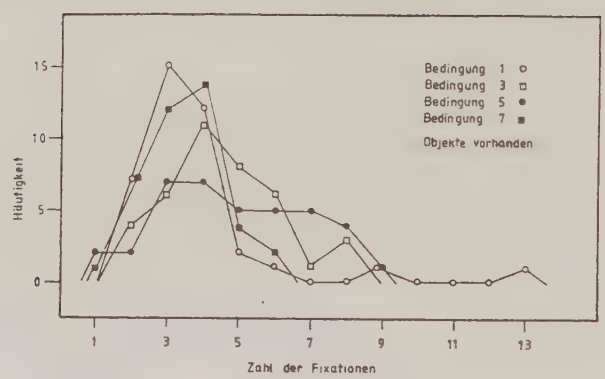


Abb. II: (Fortsetzung) c) Szene ohne situativ fernen Kontextgegenstand; situativ ferner Suchgegenstand (Autowaschbürste). d) Szene mit situativ fernem Kontextgegenstand; situativ ferner Suchgegenstand (Hobel). Die Bilder wurden in *farbiger* Version dargeboten. Das gleiche Reizmaterial fand auch in den Experimenten 4a(A) und 4a(U) Verwendung.



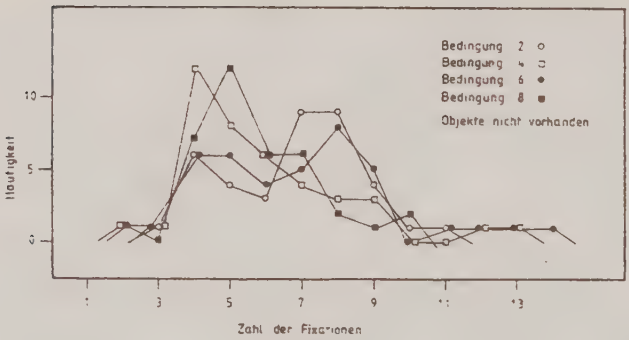
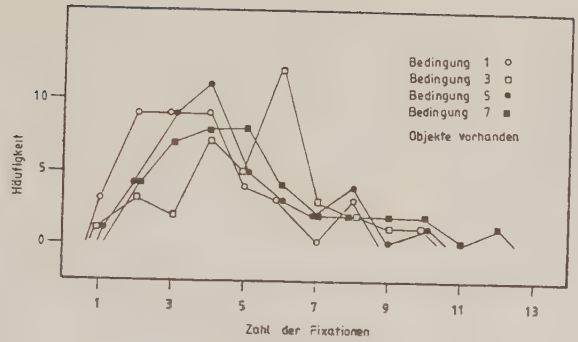


Abb. III: Häufigkeitsverteilung der Zahl der Fixationen in Experiment 2(A) bis zur Reaktion. Abbildung oben: Objekte vorhanden; Abbildung unten: Objekte nicht vorhanden. Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, organisierte Szene; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, organisierte Szene; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, unorganisierte Szene; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, unorganisierte Szene.



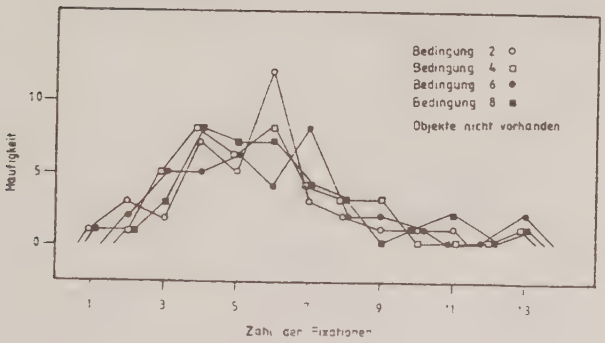


Abb IV: Häufigkeitsverteilung der Zahl der Fixationen in Experiment 4a(A) bis zur Reaktion. Abbildung oben: Objekte vorhanden; Abbildung unten: Objekte nicht vorhanden. Es bedeuten: Bedingung 1 und 2 = Suchgegenstand situativ nah, ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 3 und 4 = Suchgegenstand situativ fern, ohne fernen Kontextgegenstand; Bedingung 5 und 6 = Suchgegenstand situativ nah, mit fernem Kontextgegenstand; Bedingung 7 und 8 = Suchgegenstand situativ fern, mit fernem Kontextgegenstand.

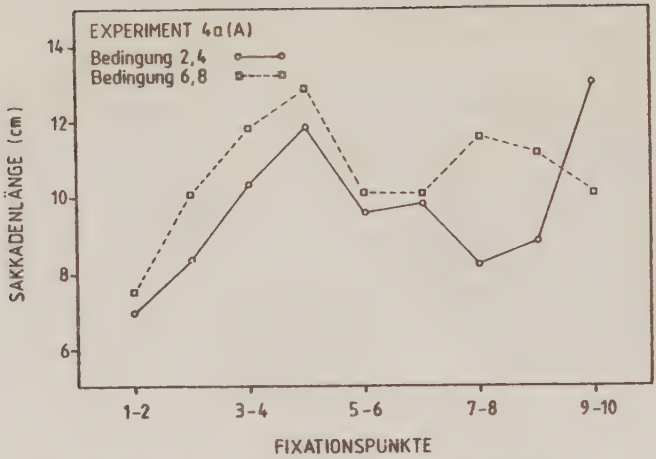


Abb. V: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 4a(A). Bedingungen 2 und 4: ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingung 6 und 8: mit situativ fernem Kontextgegenstand; in allen Fällen ist der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden.

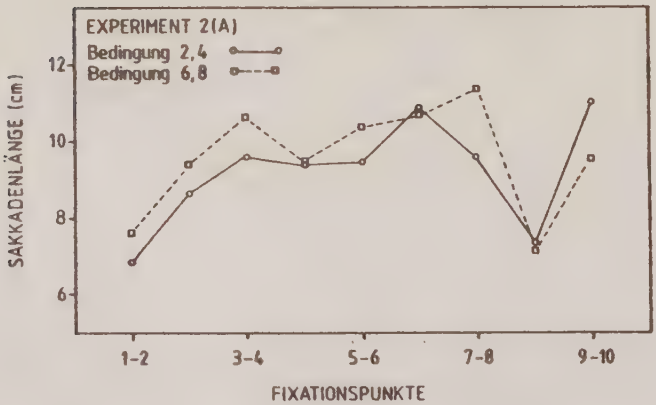


Abb. VI: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 2(A). Bedingung 2 und 4: organisierte Szene; Bedingung 6 und 8: unorganisierte Szene; in allen Fällen ist der Suchgegenstand nicht in der Szene vorhanden.

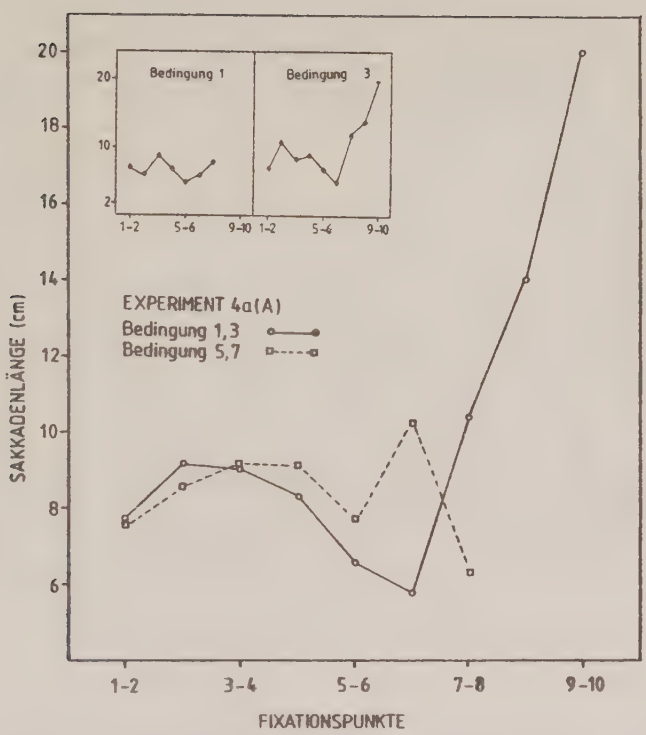


Abb. VII: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 4a(A). Bedingungen 1 und 3: ohne situativ fernen Kontextgegenstand; Bedingungen 5 und 7: mit situativ fernem Kontextgegenstand. Im oberen Diagramm ist die Sakkadenlänge für die Einzelbedingungen 1 (= situativ naher Suchgegenstand) und 3 (situativ ferner Suchgegenstand) aufgeschlüsselt.

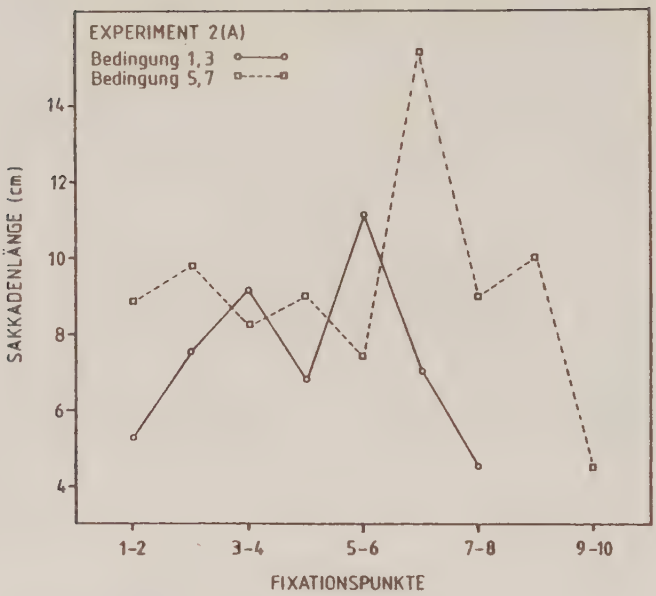


Abb. VIII: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 2(A). Bedingungen 1 und 3: organisierte Szene; Bedingungen 5 und 7: unorganisierte Szene; in allen Fällen ist der Suchgegenstand in der Szene vorhanden.

Tab. X: Reaktionszeiten in Sekunden für unterschiedliche Abfolgen von organisierten (o) und unorganisierten (u) Szenen bzw. für Abfolgen von Szenen mit situativ fernem Kontextgegenstand (m.f.K.) und ohne situativ fernen Kontextgegenstand (o.f.K.). Z.B. ist bei "o-o" die Reaktionszeit für organisierte Szenen eingetragen, denen eine organisierte Szene unmittelbar vorausging.

	o - o	u - o	o - u	u - u
Exp. 1	232,8	254,6	268,0	309,1
Exp. 2	261,6	288,9	325,5	350,1
	o.f.K.-o.f.K.	m.f.K.-o.f.K.	o.f.K.-m.f.K.	m.f.K.-m.f.K.
Exp. 3	317,0	334,7	366,3	385,6
Exp. 4a	305,5	331,2	377,6	375,8
Exp. 4b	269,9	276,8	292,7	309,4
Exp. 4c	252,4	262,1	277,1	276,7

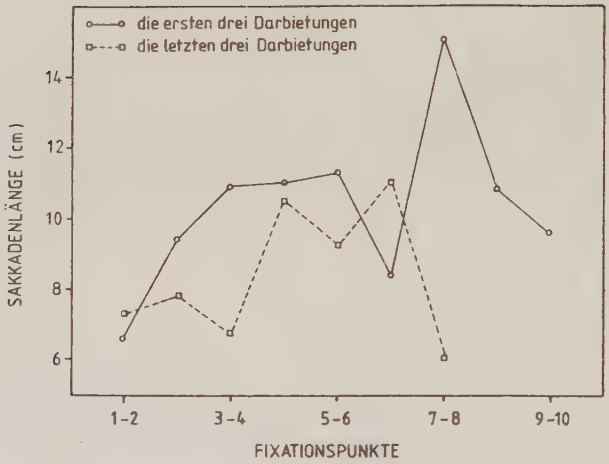


Abb. IX: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 4a(A) für die ersten drei und die letzten drei Suchdurchgänge des Versuches.

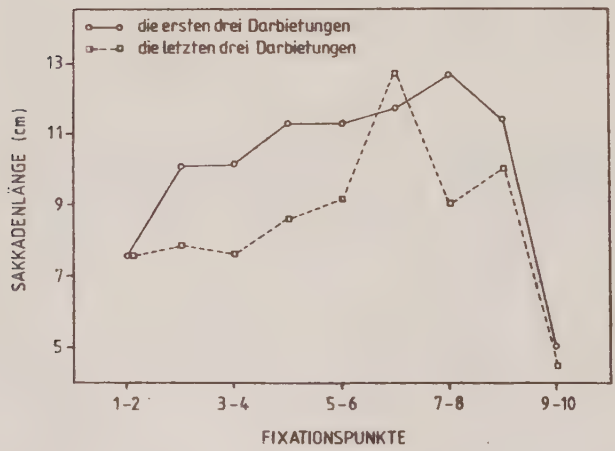


Abb. X: Durchschnittliche Sakkadenlänge in Zentimeter (cm) zwischen der 1. und 2., 2. und 3. etc. bis 9. und 10. Fixation. Daten aus Experiment 2(A) für die ersten drei und die letzten drei Suchdurchgänge des Versuches

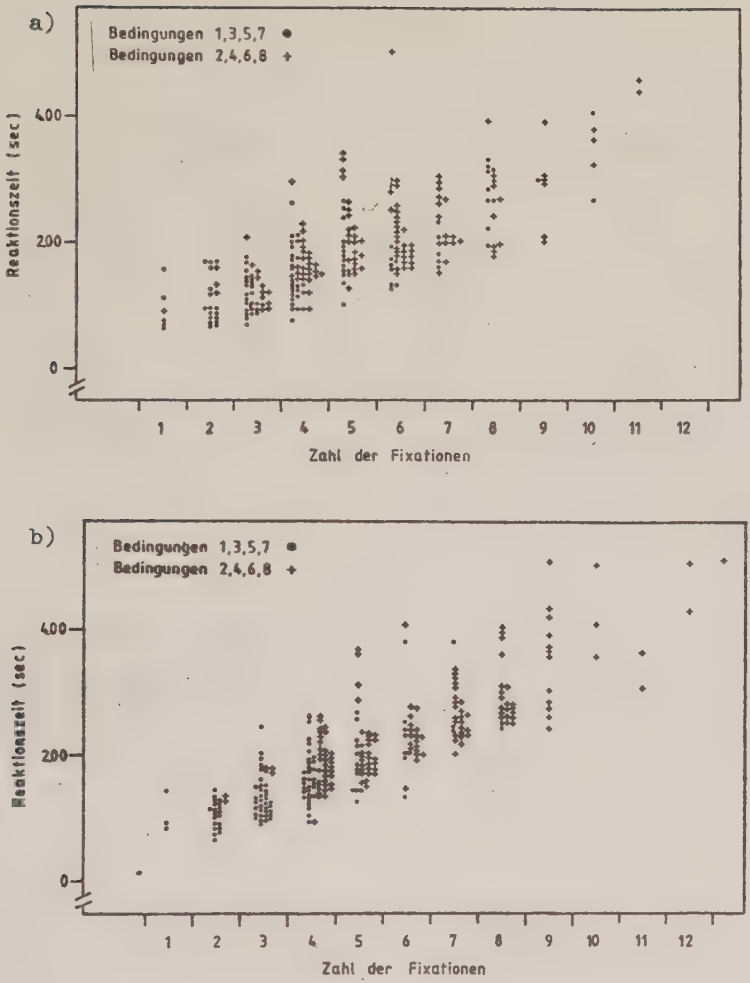


Abb. XI: Abhängigkeit der Reaktionszeit (Gesamtsuchzeit) von der Zahl der Fixationen. Punkte bezeichnen Bedingungen, in denen der Suchgegenstand vorhanden ist (1,3,5,7), Kreuze dagegen Bedingungen, in denen er nicht in der Szene vorhanden ist (2,4,6,8). a) Experiment 4a(A); die Regressionsgleichung lautet $y = .281, x + .462$, b) Experiment 2(A); die Regressionsgleichung lautet $y = .347, x + .404$, ($r^2 = .81$ für Experiment 4a(A)).

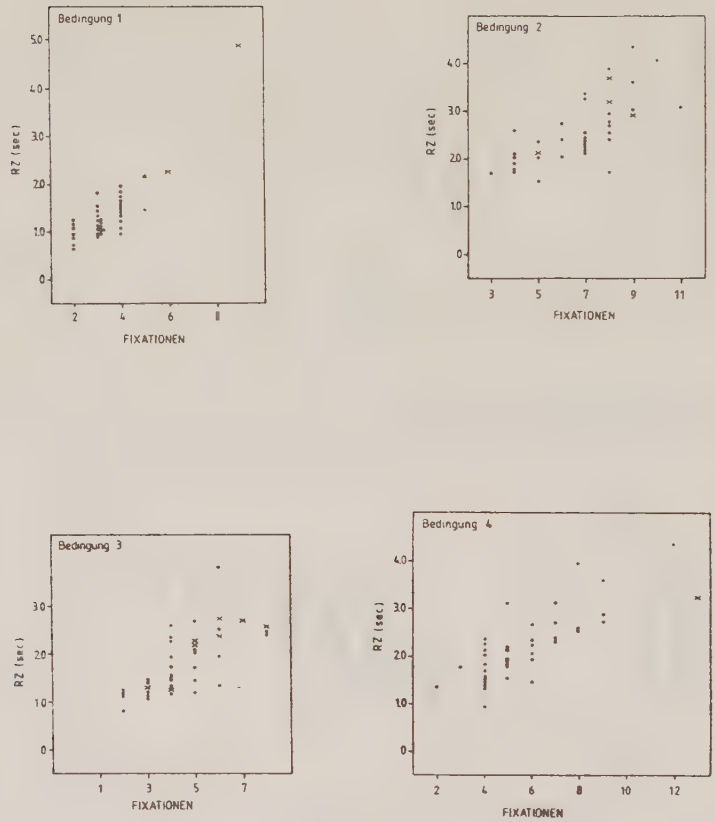
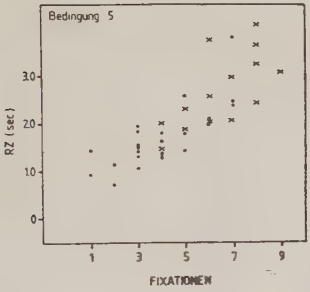
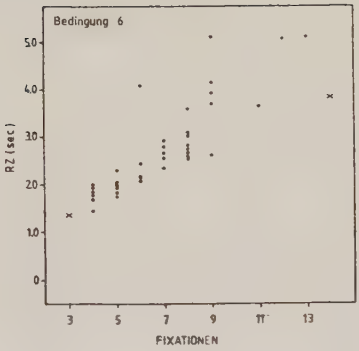
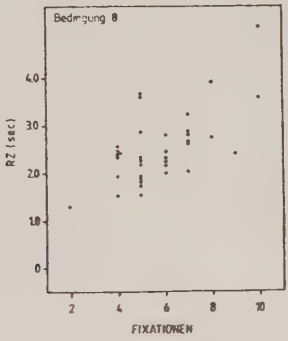


Abb. XII: Abhängigkeit der Reaktionszeiten (Gesamtsuchzeit) von der Zahl der ausgeführten Fixationen für die Bedingungen 1-8 des Experimentes 2(A). Als Punkte sind die richtigen, als Kreuze die falschen Reaktionen eingetragen.







Fortsetzung Abbildung XII

Tab. XI: Zweifaktorielle Varianzanalyse für die d'-Werte von Tab. 29 (S. 255). Es bedeuten:
O = organisierte/unorganisierte Szene (bzw. Szene mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand);
N = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	236.25375	1	236.25375	228.79	.0000
ERROR	5.16315	5	1.03263		
O	.92827	1	.92827	3.76	.1103
ERROR	1.23363	5	.24713		
N	.06407	1	.06407	.17	.7012
ERROR	1.93903	5	.38781		
ON	.12615	1	.12615	11.82	.0185
ERROR	.05335	5	.01067		

Tab. XII: Zweifaktorielle Varianzanalyse für die β-Werte von Tab. 29 (S. 255). Es bedeuten:
O = organisierte/unorganisierte Szene (bzw. Szene mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand);
N = situative Nähe/Ferne des Suchgegenstandes.

SOURCE	SUM OF SQUARES	DEGREES OF FREEDOM	MEAN SQUARE	F	TAIL PROBABILITY
MEAN	1630.53135	1	1630.53135	35.35	.0019
ERROR	230.63650	5	46.12770		
O	168.43402	1	168.43402	1.64	.2561
ERROR	512.43713	5	102.48743		
N	232.13040	1	232.13040	2.81	.1547
ERROR	413.53975	5	82.71095		
ON	232.13040	1	232.13040	2.91	.1486
ERROR	398.48885	5	79.69777		

Die Zusatzanalysen sind vor allem für die Lösung der folgenden zwei Probleme aufschlußreich:

1) In der Einleitung ist vorgeschlagen worden, die Reaktionszeit in Abhängigkeit von der Zahl der Fixationen aufzutragen, um ein Äquivalent für die Positionskurven des Neisser'schen Paradigmas der visuellen Suche zu erhalten. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen für alle Bedingungen von Experiment 2a(A) und 4(A), daß die Reaktionszeit linear mit der Zahl der Fixationen ansteigt (Abb. XII). Aufgrund der verfügbaren Daten kann jedoch nicht behauptet werden, daß in den einzelnen Bedingungen unterschiedliche *Ordinatenabschnitte* (Schnittpunkte der Suchzeitfunktion mit der y-Achse) und unterschiedliche *Steigungen* der Suchzeitfunktionen vorliegen. Diese Maße werden im klassischen visuellen Suchexperiment üblicherweise zur Interpretation der zugrundeliegenden Verarbeitungsprozesse genutzt. Bei der visuellen Suche in komplexen Bildszenen scheint dagegen das entscheidende Maß die Zahl der Fixationen zu sein. Je länger die Suche andauert, desto mehr - jeweils gleichlange - Fixationen werden hinzugefügt.

2) Die Beschaffenheit der Prozesse vor Beginn der eigentlichen Suche ist komplexer als die Untersuchung von Antes (1974) nahelegt. Zwar läßt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse bestätigen, daß es zu Beginn des Versuches (bei den ersten drei Versuchsdurchgängen) eine Orientierungsphase gibt, die am Ende (bei den letzten drei Durchgängen) reduziert ist: Aus Abb.IX,X läßt sich eine generell größere Sakkadenlänge für die ersten drei Durchgänge (im Vergleich zu den letzten drei Durchgängen) ersehen. In den Abb. V bis VIII wird jedoch deutlich, daß innerhalb eines jeweiligen Suchdurchganges die Sakkadenlängen zwischen den späteren Fixationen nicht einfach

kontinuierlich (im Vergleich zu den früheren Fixationen abnehmen. Stattdessen findet sich zunächst ein Anstieg in der Sakkadenlänge und gegen Ende der Suche wiederum ein Abfall.

Mit der Analyse der Abfolgesequenzen organisierter/unorganisierter Szenen (bzw. Szenen mit/ohne situativ fernen Kontextgegenstand ergibt sich ein sehr aufschlußreicher Befund: Gehen dem eigentlichen Suchdurchgang unorganisierte Szenen bzw. Szenen mit situatuv fernem Kontextgegenstand unmittelbar voraus, so sind die Suchzeiten generell verlängert - ein Befund, der sich im Sinne einer beeinträchtigenden räumlichen Orientierung interpretieren läßt (Tab. X).

TEIL II : ZUSATZEXPERIMENTE

A. Experiment 1(K): Kongruenzeffekte bei der Klassifikation situativer Nähe

Gegen Experiment 1 und seine Ergebnisse könnte man einwenden, daß situative Nähe bzw. Ferne rein operational definiert worden sind. Die Szenen, innerhalb deren gesucht werden sollte, waren unter eine von 4 Inhaltskategorien subsumierbar (Handwerk, Wohnung, Unterhaltung, Verkehr). Gehörte ein Suchgegenstand zur gleichen szenischen Inhaltskategorie wie die Suchszene, so handelte es sich um einen situativ nahen Fall. Gehörte der Suchgegenstand dagegen zu einer anderen Szenenkategorie als die Suchszene, so war ein situativ ferner Fall definiert.

Es wäre jedoch möglich, daß die situative Nähe bzw. Ferne für die einzelnen Bedingungen unterschiedlich groß ist, so daß diese Unterschiede die Suchlatenzen erklären könnten und nicht die beiden anderen experimentellen Variablen "Organisiertheit, Unorganisiertheit" und "Vorhandensein bzw. Nicht-Vorhandensein des Suchgegenstandes".

Diese Hypothese - im folgenden Distanzhypothese genannt - würde besagen, daß die Ergebnisse des ersten Experimentes auf systematische Unterschiede der situativen Nähe zurückgehen. Beispielsweise könnte die situative Nähe in organisierten Szenen generell größer als in unorganisierten sein.

Diesem Versuch lag die Idee zugrunde, situative Nähe bzw. Ferne innerhalb einer Klassifikationsaufgabe aufgrund von Reaktionszeiten zu bestimmen, die für die Entscheidung, "der vorgegebene Gegenstand paßt zur Szene" bzw. "der vorgegebene Gegenstand paßt nicht zur Szene" benötigt werden.

Eine für alle experimentellen Bedingungen gleich große Reaktionslatenz sollte die Gültigkeit der operationalen Definition von situativer Nähe bzw. Ferne bestätigen. Die dabei zugrundeliegende Annahme bestand darin, daß die Entscheidung, "der Gegenstand paßt in die Szene" bei größerer situativer Nähe schneller zu treffen sei als bei geringerer. Und für den situativ fernen Fall wurde angenommen, daß die Entscheidung, "der Gegenstand paßt nicht in die Szenen hinein", um so schneller durchzuführen ist, je ferner der Gegenstand der Szene ist.

Das Experiment wurde mit der Absicht durchgeführt, Distanzeffekte zu messen. Es sollte die "semantische Entfernung" (situative Nähe bzw. Ferne) zwischen Klassifikationsgegenstand und Szene ermittelt werden.

Bei Durchsicht der Literatur stößt man auf zwei in ihrer *Widersprüchlichkeit* wenig beachtete Befunde:

In "sentence verification"-Aufgaben (Collins & Quillian 1969) kann die Entscheidung "Ein Rotkehlchen ist ein Vogel" schneller getroffen werden als die Entscheidung "Ein Rotkehlchen ist ein Tier". Ebenso zeigt sich in Wort-Bild-Klassifikationsaufgaben (und in Bild-Bild-, Wort-Wort-Aufgaben), daß die Entfernung *innerhalb* von Kategorien ("typicality"/Trefflichkeit; Unterkategorien werden schneller als Oberkategorien verifiziert) und *zwischen* Kategorien (semantische Nähe: related vs. unrelated) jeweils zur Reaktionszeitverkürzung beitragen (Smith et al. 1978, Guenther & Klatzky 1977).

In einem etwas umstritteneren Paradigma, nämlich bei der Durchmusterung von Vorstellungsbildern haben Kosslyn und Mitarbeiter (Kosslyn, Ball & Reiser 1978) nachzuweisen versucht, daß die Zeit "visuelle Gedächtnisbilder" zu durchmustern um so geringer ist, je geringer die Distanz zwischen dem Ausgangspunkt und dem "target" ist und je weniger "items" dazwischen liegen. (Gegen diese Ergebnisse sind Einwände erhoben worden; Richman et al. 1979.)

Alle diese Befunde legen nahe, daß die Reaktionszeiten mit abnehmender Entfernung abnehmen, wenn es sich um Verifika-

tionen handelt, also eine "Obereinstimmung" zwischen zwei Reizereignissen festgestellt wird. Dieser Sachverhalt soll im folgenden als *Distanzeffekt* bezeichnet werden.

Daneben gibt es Befunde, die in direktem Widerspruch hierzu stehen. Der üblicherweise von Moyer und anderen Autoren als Distanzeffekt bezeichnete Sachverhalt ist das genaue Gegenteil davon, nämlich ein *inverser Distanzeffekt*: Mit abnehmender Entfernung zwischen den Reizereignissen nehmen die Reaktionszeiten zu.

Moyer (1973) hat beim Gedächtnisvergleich von Objekten gefunden, daß die Klassifikationszeit für die Entscheidung, welches von 2 Objekten das größere ist, eine inverse lineare Funktion der geschätzten Größendifferenz der Objekte ist. Damit wurde gezeigt, daß für den Größenvergleich von Objekten ähnliche psychophysische Gesetzmäßigkeiten gelten wie für den direkten visuellen Vergleich. Dieser inverse Distanzeffekt ist sowohl bei Vorgabe sprachlichen als auch bildlichen Materials gefunden worden (Moyer 1973, Banks & Flora 1977, Paivio 1975).

Der inverse Distanzeffekt ist schon in sehr frühen Arbeiten zur Bevorzugung von Farben von Dashiell (1937) und Shipley, Coffin & Hadsell (1945), Shipley et al. (1946) beschrieben worden. In diesen Experimenten sollte die Vp die stärker bevorzugte Farbe wählen. Die Reaktionszeit stand in inverser Beziehung zur Differenz der Bevorzugungen zwischen den Vergleichsverfahren.

Wilton (1979) führte Experimente durch, in denen die Namen zweier Städte geboten wurden und die Vpn ermitteln mußten, ob eine dieser Städte (z.B.) nördlich von der anderen liegt. In diesem Typ von Experiment wird ganz im Gegensatz zu den Befunden von Kosslyn et al. (1978) gefunden, daß die Entscheidung um so schneller ausgeführt werden kann, je größer die Distanz zwischen den beiden Städten ist. Außerdem sind die Reaktionszeiten kürzer, wenn eine Stadt in England und die andere in Schottland liegt, als wenn beide Städte sich in England befinden. Ein inverser Distanzeffekt wird außerdem beim Größenvergleich von Ziffern (Moyer & Landauer 1967, Aiken & Williams 1968) bei der Beurteilung der richtigen alphabetischen Reihenfolge von Buchstabenpaaren (Lovelance & Snodgrass 1971, Hamilton & Sanford 1978) und bei der Entscheidung, welcher von zwei Buchstaben später im Alphabet steht (Parkman 1971) gefunden.

Die frühen Arbeiten von Shipley und Mitarbeitern sind unter folgendem Gesichtspunkt von Bedeutung:

Wenn die am wenigsten bevorzugte Farbe gewählt werden soll, stehen die Vergleichszeiten in direkter Beziehung zum durchschnittlichen Grad der Bevorzugung der Farbpaare (positive Korrelation; Shipley et al. 1946).

Sollte dagegen die bevorzugte Farbe gewählt werden, so stehen Reaktionszeiten und durchschnittlicher Grad der Bevorzugung der Farbpaare in inverser Beziehung (negative Korrelation; Shipley et al. 1945).

Dieser Befund der Autoren geht über den reinen Distanzeffekt hinaus, denn bei kontrollierter affektiver Distanz ergeben sich massive Reaktionszeitunterschiede in Abhängigkeit davon, ob die Entscheidungskategorie und der durchschnittliche Bevorzugungsgrad übereinstimmen oder nicht. Damit gelangt man zur Bedeutung von "cross over"-Effekten oder semantischen Kongruenzeffekten beim symbolischen Vergleich

Experiment

Um die Distanzhypothese zu überprüfen, ist mit dem Reizmaterial des ersten Experimentes ein Klassifikationsversuch durchgeführt worden. Klassifiziert werden sollte die situative Nähe bzw. Ferne von Suchgegenstand und Szene mittels Tastendruckreaktion. Die rechte Reaktionstaste sollte so schnell als möglich gedrückt werden, wenn der Gegenstand zur Szene paßte (also ein situativ naher Fall vorlag); dagegen sollte die linke Taste gedrückt werden, wenn der Gegenstand nicht zur Szene paßte (also ein situativ ferner Fall vorlag). Die Darbietungsformen und Intervalle waren in diesem Experiment völlig identisch mit denen von

Experiment 1: 3 Sekunden lang wurde der Einzelgegenstand gezeigt, es folgte ein Intervall von 5 Sekunden, und daran anschließend wurde die Szene dargeboten, deren Exposition mit der Tastendruckreaktion beendet wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse dieses Experimentes waren zunächst überraschend. Es ergibt sich keineswegs die vorhergesagte gleichlange Klassifikationslatenz über alle experimentellen Bedingungen hinweg. Abb. XIII zeigt die differentiellen Ergebnisse der experimentellen Bedingungen.

In der Varianzanalyse erweisen sich lediglich der Faktor der Organisiertheit (1 % Niveau) und die Interaktion zwischen den Faktoren "Vorhandensein-Nichtvorhandensein" und "nah-fern" ($p < .0001$) als signifikant. D.h. die Klassifikation organisierter Szenen geht generell schneller vonstatten als die Klassifikation unorganisierter Szenen, und die Entscheidung "der Gegenstand paßt in die Szene hinein" wird schneller getroffen, wenn der Gegenstand auch tatsächlich in der Szene enthalten ist, während die Entscheidung "der Gegenstand paßt nicht in die Szene hinein" schneller erfolgt, wenn der Gegenstand nicht in der Szene enthalten ist.

Die eingangs formulierte Hypothese unterschiedlicher Distanzen in den organisierten und unorganisierten Bedingungen kann also allein durch dieses Experiment nicht widerlegt werden. Dagegen wird es aufgrund der Ergebnisse dieses Experimentes unwahrscheinlich, daß die Suchzeitunterschiede zwischen den Bedingungen, in denen der Suchgegenstand vorhanden war und den Bedingungen, in denen er nicht vorhanden war, auf systematische Entfernungsunterschiede zwischen

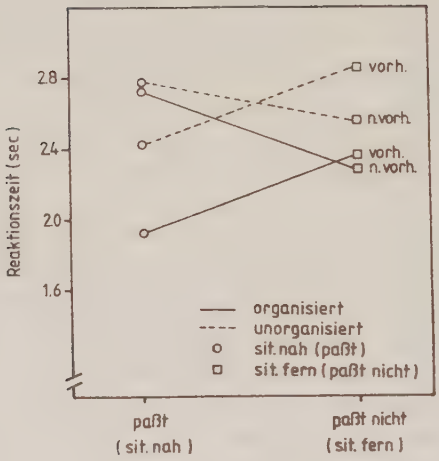


Abb. XIII: Reaktionszeiten in Sekunden (sec) für die Entscheidung, daß ein vorher angegebener Gegenstand in die Szene hineinpaßt bzw. nicht hineinpaßt. Daten von Experiment 1(K) in Abhängigkeit von den experimentellen Bedingungen für 15 Vpn.

diesen Bedingungen zurückgehen. Wie Abb. XIV zeigt, wird bei Vorhandensein des Klassifikationsgegenstandes in der Szene nicht generell schneller klassifiziert als bei Nicht-Vorhandensein dieses Gegenstandes. Solch ein Ergebnis wäre aber notwendig, um die systematischen Unterschiede in Experiment 1 mit der Distanzhypothese erklären zu können.

Zu diesem Zeitpunkt konnte die Distanzhypothese noch als potentielle Erklärungsmöglichkeit für die Organisationsunterschiede angesehen werden.

Eine weitere dem Experiment zugrundeliegende Annahme bestand

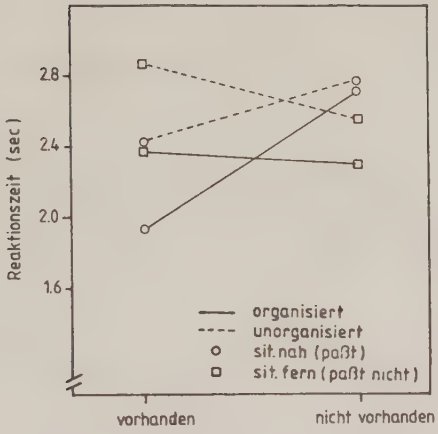


Abb. XIV: Reaktionszeiten in Sekunden (sec) für die Entscheidung, daß ein vorher angegebener Gegenstand in die Szene hineinpaßt bzw. nicht hineinpaßt. Daten von Experiment 1(K) in Abhängigkeit von den experimentellen Bedingungen für 15 Vpn.

darin, man könne die situative Nähe ermitteln, unabhängig davon, ob die Szenen den Klassifikationsgegenstand enthalten oder nicht enthalten.

Die Vermutung, daß "semantische" Kongruenzeffekte in diesem Experiment eine Rolle spielen könnten, hat zu folgendem Zusatzversuch geführt: Die situative Nähe bzw. Ferne sollte auf einer Skala von 1-7 eingeschätzt werden. Den Versuchspersonen wurden Kopien des Reizmaterials zur Bearbeitung gegeben. Auf der linken Seite des Blattes war jeweils der Einzelgegenstand, auf der rechten die Szene zu sehen. In diesem Reizmaterial war der Klassifikationsgegenstand aus

allen Szenen entfernt worden. Die Zeit zur Skalierung wurde den Vpn freigestellt.

Tab. XIII zeigt die Ergebnisse der Skalierung von 15 Vpn.

Tab. XIII: Auf einer Skala von 1-7 eingeschätzte "situative Nähe" (1 = Gegenstand paßt sehr gut in die Szene hinein) bzw. "situative Ferne" (7 = Gegenstand paßt überhaupt nicht in die Szene hinein) für die einzelnen experimentellen Bedingungen von Experiment 1

organisiert		unorganisiert	
sit.nah	sit.fern	sit.nah	sit.fern
$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$
2,71	6,25	2,43	6,24

Die Distanzhypothese konnte aufgrund der Klassifikationsergebnisse nicht ohne weiteres widerlegt werden, da die Unterschiede zwischen organisierten und unorganisierten Bedingungen im Suchexperiment und im Klassifikationsexperiment in der gleichen Richtung lagen. Aufgrund der Ergebnisse der Skalierungen kann man jetzt jedoch sagen, daß organisierte Szenen nicht generell als näher klassifiziert werden, wenn die Entscheidung "situativ nah" lautet und nicht generell als ferner klassifiziert werden, wenn die Entscheidung "situativ fern" lautet. Die Ergebnisse liegen eher in der umgekehrten Richtung.

Das vorgegebene experimentelle Material, bei dem die situative Nähe im Reaktionszeitexperiment überprüft werden sollte, enthielt Bedingungen, die das Auftreten von Kongruenzeffekten wahrscheinlich machte: Der Gegenstand, der mit der Szene hinsichtlich der situativen Nähe bzw. Ferne

verglichen werden sollte, war in 50 % der Fälle in der Szene vorhanden. Phänomenal lassen sich die dabei auftretenden Kongruenzeffekte folgendermaßen beschreiben: Soll die Entscheidung "situativ nah" ("paßt") getroffen werden, so wird die Klassifikation durch das tatsächliche Vorhandensein des Gegenstandes in der Szene gefördert, wenn der Gegenstand hineinpaßt. Das anschauliche Vorhandensein des Gegenstandes in der Szene ist mit der Entscheidung kongruent, daher kommt es hier zu einer Reaktionszeitverkürzung. Ist der Gegenstand dagegen in der Szene vorhanden und soll die Entscheidung "paßt nicht" getroffen werden, so liegt ein inkongruenter Fall vor. Die Entscheidung "paßt nicht" steht im Widerspruch zum Vorhandensein des Gegenstandes in der Szene: Ein Gegenstand, der nicht hineinpaßt, befindet sich gewöhnlich nicht in der Szene. Daher wird die Entscheidung "paßt nicht" schneller bei Nicht-Vorhandensein des Gegenstandes in der Szene und die Entscheidung "paßt" schneller bei Vorhandensein des Gegenstandes in der Szene getroffen.

Semantische Kongruenzeffekte

Phänomendeskriptiv könnte man sagen, daß bei den Kongruenzeffekten die Entscheidungskategorie mit einem für die Entscheidung irrelevanten Reizmerkmal übereinstimmt: z.B. wird die Entscheidung, welches von 2 Objekten größer ist, schneller getroffen, wenn die einzuschätzenden Objekte hinsichtlich ihrer absoluten Größe groß und nicht klein sind.

Während die relative Größe der Vergleichsobjekte zueinander den inversen Distanzeffekt erbringt, führt die Übereinstim-

mung der absoluten Größe der Vergleichsobjekte mit der Entscheidungskategorie zum Kongruenzeffekt (bzw. die mangelnde Obereinstimmung führt zum Inkongruenzeffekt). Audley & Wallis (1964) haben den Kongruenzeffekt (cross over effect) mit folgendem Ergebnis untersucht:

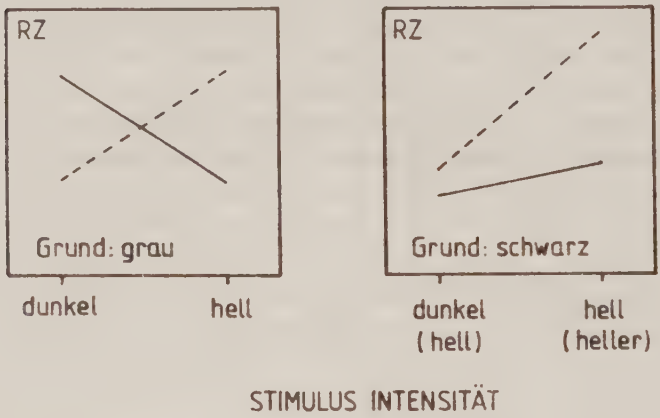


Abb. XV: Schematische Skizze der Reaktionszeitergebnisse von Audley & Wallis (1964).
Links: "cross over effect";
Rechts: "funnel effect".
_____ helleres wählen;
----- dunkleres wählen.
Erläuterung im Text S. 490f.

Neben dem "cross over"-Effekt haben die Autoren einen "funnel effect" gefunden, wenn die Lichter statt auf mittlerem Grau auf schwarzem Grund geboten wurden. Durch diese Variation werden alle "heller"-Entscheidungen inkongruent und alle "dunk-

ler"-Entscheidungen kongruent; besonders inkongruent jedoch wird die Selektion des dunkleren von zwei Lichtern, wenn beide Lichter große Helligkeit besitzen; folglich sind hierbei die Reaktionszeiten besonders verlängert.

Semantische Kongruenzeffekte sind von einer Vielzal von Autoren mit sehr unterschiedlichem Material untersucht worden (Moyer & Bayer 1976; Banks et al. 1975; Paivio 1975; Clark 1976; Ellis 1972; Marks 1972; Friend 1973).

Das Klassifikationsexperiment 1(K) ist nicht nur wegen der aufgewiesenen Kongruenzeffekte von Interesse, sondern vor allem wegen des Befundes, daß sich Kongruenzeffekt und die Wirkungen der räumlichen Organisation additiv zueinander verhalten (Abb. XIII). Die fehlende Interaktion zwischen semantischer Kongruenz und Organisation deutet darauf hin, daß die Effekte zwei getrennten Verarbeitungsstufen zuzuordnen sind. Nimmt man - wie Banks et al. (1975, 1977) - an, daß semantische Kongruenzeffekte bei den ablaufenden Vergleichsprozessen (choice stage) anzusiedeln sind, so bestätigt die fehlende Interaktion erneut, daß sich die Unorganisiertheit der Szene auf die Bildung der ganzheitlichen Szenenrepräsentation auswirkt.

Theoretische Modelle zur Einordnung von Distanzeffekten, semantischen Kongruenzeffekten (und Größenkongruenzeffekten) finden sich z.B. bei Moyer & Bayer (1976)" Banks & Flora (1977); Audley & Wallis (1964) und Wallis & Audley (1964) und Corbett & Wickelgren (1978).

B. Experiment 4a(U) und 2(U): Gedächtnispsychologische Überlegungen

Wie bereits erwähnt, wird in Augenbewegungsuntersuchungen gefunden, daß ein situativ ferner Gegenstand häufiger und länger fixiert wird als ein situativ naher Gegenstand (Loftus 1976).

Parallel zu den Augenbewegungsuntersuchungen werden manchmal gedächtnispsychologische Experimente durchgeführt, in denen situative Ferne (informatives Detail) als Variable untersucht wird. Generell zeigt sich in diesen Untersuchungen, daß mit zunehmender Zahl der Fixationen (der situativ ferne Gegenstand erhält insgesamt erheblich mehr Fixationen) eine zunehmende Gedächtnisleistung zu verzeichnen ist (Loftus 1972).

Kehrt man die Abfolge von Suchgegenstand und Szene um, so daß zuerst die Szene für 3 Sekunden dargeboten wird und dann der Suchgegenstand - wobei die Versuchsperson die Aufgabe hat zu entscheiden, ob der Suchgegenstand in der Szene enthalten war oder nicht enthalten war - so finden sich in Experiment 4a (U = Umkehrung) folgende Ergebnisse (Abb. XVI).

Diese Ergebnisse bestätigen also die aus der Literatur bekannten Befunde. Situativ ferne Gegenstände werden besser erinnert als situativ nahe Gegenstände, folglich kann die Entscheidung darüber, ob ein situativ ferner Gegenstand in der Szene vorhanden war oder nicht, bedeutend schneller getroffen werden. Daneben läßt sich jedoch auch eine beeinträchtigende Wirkung des situativ fernen Kontextgegenstandes auf die Erinnerungsleistung aufweisen. Ein situativ ferner Kontextgegenstand führt bei Nicht-Vorhandensein eines situativ fernen Suchgegenstandes und bei Vorhandensein

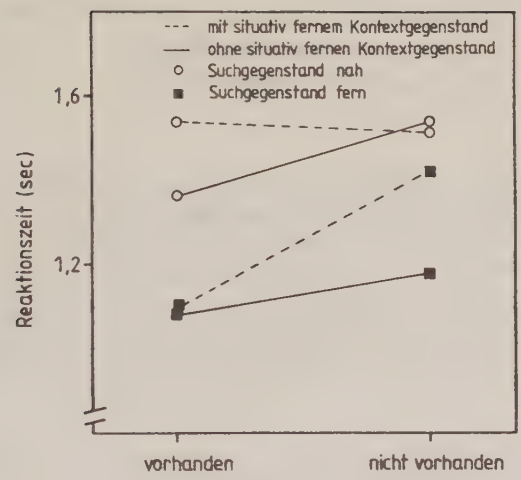


Abb. XVI : Reaktionszeit in Sekunden (sec) für die Entscheidung über das "Vorhandensein" bzw. "Nicht-Vorhandensein" eines Suchgegenstandes in einer vorher dargebotenen Szene in Abhängigkeit von den einzelnen Versuchsbedingungen des Experimentes 4a(U).

eines situativ nahen Suchgegenstandes zur Verzögerung der Entscheidungszeit.

Vergleichbare Ergebnisse wie in Experiment 4a(U) sind in Experiment 2(U) zu verzeichnen. Auch hier wird die Entscheidung darüber, ob sich in den Szenen ein situativ ferner Gegenstand befunden hat, schneller getroffen als die Entscheidung, daß die Szenen einen entsprechenden situativ nahen Gegenstand enthielten. Räumliche Unorganisiertheit der Szenen verzögert allgemein die Reaktionszeiten.

Insgesamt sind die Fehlerzahlen in diesen Gedächtnisexperimenten sehr hoch. Besonders situativ nahe und nicht vorhandene Gegenstände werden übermäßig häufig als "in der vorangegangenen Szene vorhanden" klassifiziert.

Wichtige theoretische Aufschlüsse liefern auch Experimente, bei denen die Suchszenen *rotiert* worden sind. Ein vielversprechendes Forschungsinstrument sind *Suchgeräte*, die die sichtbare Szene bis auf einen kleinen Ausschnitt eingrenzen. In diesem Fall kann der Suchgegenstand durch die Bewegung des eingegrenzten Suchfeldes über die Szene hinweg aufgefunden werden. Auf diese Weise können Verarbeitungs- und Suchprozesse bei experimentell erzeugtem eingegrenztem Gesichtsfeld analysiert werden, wobei mit wenig technischem Aufwand die Durchmusterungsstrategien registriert werden können.

Ein weiterer bislang kaum erforschter Bereich ist die Suche in realen (nicht bildhaften) Räumen. Die Probleme der Unkontrollierbarkeit der beteiligten ("Stör"-)Variablen sind keineswegs mehr unüberschaubar.

Bedeutsam ist auch die praktische Erprobung der entwickelten Theorien der Bildverarbeitung - z.B. an geistig behinderten Kindern oder in anderen Anwendungsbereichen.

Lebenslauf

Geboren am 21.10.1950 in Rastenburg/Ostpreußen als Sohn des Schneidermeisters Otto Reinert und seiner Frau Hildegard (geb. Sadowski).

1957-1958: Besuch einer polnischen Grundschule. Umsiedlung in die Bundesrepublik. Vorübergehender Wohnsitz in Wentorf bei Hamburg.

1958-1962: Grundschule in Castrop-Rauxel, Adalbert-Stifter-Gymnasium, Freiherr vom Stein-Gymnasium in Recklinghausen. Abitur 1970.

1971-1977: Studium der Psychologie an der Ruhr-Universität Bochum. 1977 Abschluß der Dimplomprüfung. Daran anschließend wissenschaftliche Hilfskrafttätigkeit.

Ab 1979 wissenschaftlicher Assistent m.d.V.b. an der Arbeitseinheit Kognitionspsychologie.

Ich bin verheiratet und Vater zweier Söhne (zwei und vier Jahre).

DER DRUCKER - Buscheystraße 138 - 4630 Bochum - Tel. (02 34) 70 41 16